10/715398

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-157145

(43)Date of publication of application : 08.06.2001

(51)Int.Cl. H04N 5/76
G11B 20/10
G11B 27/034
H04N 5/85
H04N 5/93

(21)Application number : 11-332352

(22)Date of filing : 24.11.1999

(71)Applicant : SONY CORP

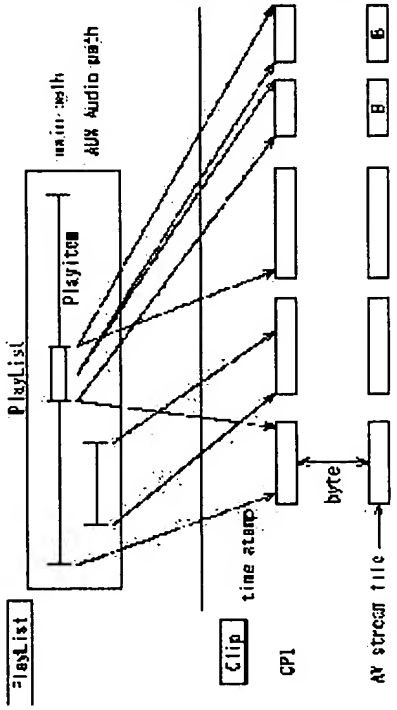
(72)Inventor : HAMADA TOSHIYA
KATO MOTOKI

## (54) RECORDING AND REPRODUCING DEVICE AND METHOD, AND RECORDING MEDIUM

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To reproduce an AV signal without seams.

SOLUTION: Information showing the state (A type, C type, D type or E type) of an IN point and an OUT point on a Clip designated by a Playitem is described in a Playitem, concerning a Playlist where at least one and more Playitems are arranged in order of reproduction.



(19)日本国特許庁（ＪＰ）　(12)**公開特許公報**（Ａ）　(11)特許出願公開番号
特開2000－194843
（P2000－194843A）
(43)公開日　平成12年７月14日(2000.7.14)

| (51)Int.Cl.⁷ | 識別記号 | ＦＩ | | テーマコード（参考） |
|---|---|---|---|---|
| Ｇ０６Ｔ | 3/60 | Ｇ０６Ｆ | 15/66 | ３５０Ａ |
| Ｈ０３Ｍ | 7/30 | Ｈ０３Ｍ | 7/30 | Ｚ |
| Ｈ０４Ｎ | 1/41 | Ｈ０４Ｎ | 1/41 | Ｚ |
| | 7/24 | | 7/13 | Ａ |

審査請求　未請求　請求項の数83　ＯＬ　（全 43 頁）

(21)出願番号　特願平11－342646

(22)出願日　平成11年12月１日(1999.12.1)

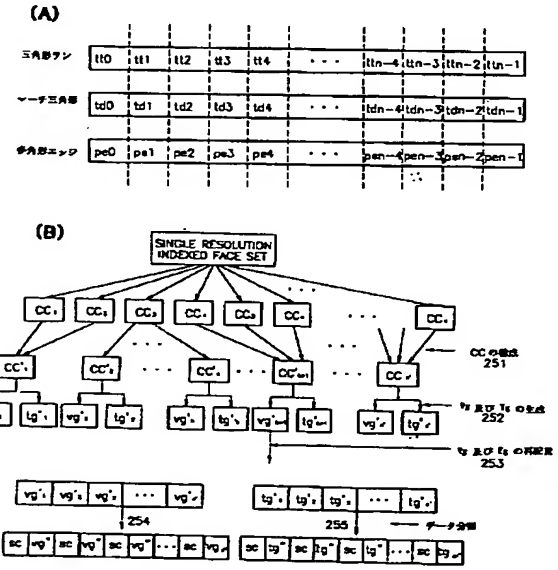
(31)優先権主張番号　１９９８Ｐ５２３２７
(32)優先日　平成10年12月１日(1998.12.1)
(33)優先権主張国　韓国（ＫＲ）
(31)優先権主張番号　１９９９Ｐ３６４９
(32)優先日　平成11年２月４日(1999.2.4)
(33)優先権主張国　韓国（ＫＲ）
(31)優先権主張番号　１９９９Ｐ５２３９
(32)優先日　平成11年２月13日(1999.2.13)
(33)優先権主張国　韓国（ＫＲ）

(71)出願人　390019839
三星電子株式会社
大韓民国京畿道水原市八達区梅灘洞416
(72)発明者　金　成珍
大韓民国京畿道水原市八達区梅灘４洞810番地　三星１次アパート２棟406号
(72)発明者　栄　文燮
大韓民国京畿道龍仁市器興邑農書里山14－１番地
(74)代理人　100094145
弁理士　小野　由己男　（外１名）

最終頁に続く

(54)【発明の名称】　エラー回復性を有する漸進的三次元メッシュ情報の符号化／復号化方法

(57)【要約】
【課題】　MPEG-4合成／天然混合符号化分野及び仮想現実モデリング言語で使われている三次元メッシュデータをエラー回復的、漸進的に復元する特性を有するように符号化／復号化する方法を提供する。
【解決手段】　多角形三次元メッシュの漸進的な復元を可能にする符号化方法において、（ａ）　多角形三次元メッシュを１つ以上の連結成分に分割する段階と、（ｂ）　各連結成分に対して頂点グラフ情報及び三角形ツリー／三角形データ情報を生成する段階と、（ｃ）各連結成分に対し、その連結成分を構成する頂点グラフ情報及び三角形ツリー／三角形データ情報を、独立的に復号化可能な形式を有する基本メッシュの形式に合せて符号化する段階とを含み、三次元メッシュデータの漸進的な符号化及びデータ損失に対する回復性が与えられるように連結情報、幾何情報及び画像情報からなる三次元メッシュデータを符号化／復号化する方法である。



1

【特許請求の範囲】

【請求項１】 多角形三次元メッシュの漸進的な復元を可能にする符号化方法において、

(a) 多角形三次元メッシュを１つ以上の連結成分に分割する段階と、

(b) 各連結成分に対して頂点グラフ情報及び三角形ツリー/三角形データ情報を生成する段階と、

(c) 各連結成分に対し、その連結成分を構成する頂点グラフ情報及び三角形ツリー/三角形データ情報を、独立的に復号化可能な形式を有する基本メッシュの形式に合せて符号化する段階と、を含むことを特徴とする多角形三次元メッシュ情報の符号化方法。

【請求項２】 前記(a)段階は、

多角形三次元メッシュを多数の段階別メッシュに分類し、各段階別メッシュに分類された多角形三次元メッシュを１つ以上の連結成分に分割する段階であることを特徴とする請求項１に記載の多角形三次元メッシュ情報の符号化方法。

【請求項３】 前記(c)段階において、

一つの連結成分を構成する三角形ツリー/三角形データ情報が基本メッシュの形式に合せられない程度に大きな場合には、前記三角形ツリー/三角形データ情報を独立して復号化可能な形式を有するデータパーティションに分割して基本メッシュの形式に合せて符号化し、多数の連結成分を構成する情報が基本メッシュの形式に合わせられる場合には、多数の連結成分を構成する情報を一つのデータパーティションにして基本メッシュの形式に合せて符号化することを特徴とする請求項１に記載の多角形三次元メッシュ情報の符号化方法。

【請求項４】 前記三角形ツリー/三角形データ情報が符号化された基本メッシュは、

三角形ツリーのメインブランチに位置した分岐三角形が存在する所に1ビットの方向性表示子を具備し、その方向性表示子に表示された方向に応じて前記分岐三角形に繋がる従属ツリーの符号化順序が決定されることを特徴とする請求項１に記載の多角形三次元メッシュ情報の符号化方法。

【請求項５】 前記方向性表示子は、

前記分岐三角形とつながる従属ツリーの大きさ情報に応じて決定されることを特徴とする請求項４に記載の多角形三次元メッシュ情報の符号化方法。

【請求項６】 前記従属ツリー内における三角形の訪問順序は、

全ての従属ツリーに対して同一な方向であることを特徴とする請求項５に記載の多角形三次元メッシュ情報の符号化方法。

【請求項７】 前記従属ツリー内における三角形の訪問順序は、

前記方向性表示子の値に対応して決定されることを特徴とする請求項５に記載の多角形三次元メッシュ情報の符

2

号化方法。

【請求項８】 前記三角形ツリー/三角形データ情報が符号化された基本メッシュは、

三角形ツリーのうちメインブランチに位置した分岐三角形から任意の一側ブランチに位置した従属ツリーの総大きさ情報を具備し、この総大きさ情報によりY-頂点のインデックスが決定されることを特徴とする請求項１に記載の多角形三次元メッシュ情報の符号化方法。

【請求項９】 多角形三次元メッシュを漸進的、エラー回復的に復元可能に符号化する方法において、

(a) 多角形三次元メッシュを１つ以上の連結成分に分割する段階と、

(b) 各連結成分に対して頂点グラフ情報及び三角形ツリー/三角形データ情報を生成する段階と、

(c) 各連結成分に対して、その連結成分を構成する頂点グラフ情報及び三角形ツリー/三角形データ情報を、独立して復号化可能に固定されたビットストリーム形式を有する基本メッシュの形式に合せて符号化する段階とを含むことを特徴とする多角形三次元メッシュ情報の符号化方法。

【請求項１０】 前記(c)段階は、

前記多角形三次元メッシュを構成する全ての連結成分に対して、頂点グラフ情報、三角形ツリー/三角形データ情報の順に配列して一つのデータパーティションで構成することを特徴とする請求項９に記載の多角形三次元メッシュ情報の符号化方法。

【請求項１１】 前記(c)段階は、

前記多角形三次元メッシュを構成する全ての連結成分に対応する頂点グラフ情報を先に配列し、全ての連結成分に対応する三角形ツリー/三角形データ情報を後で配列して一つのデータパーティションで構成して符号化することを特徴とする請求項９に記載の多角形三次元メッシュ情報の符号化方法。

【請求項１２】 前記(c)段階は、

各連結成分別にその連結成分を構成する情報を独立したデータパーティションで構成して符号化することを特徴とする請求項９に記載の多角形三次元メッシュ情報の符号化方法。

【請求項１３】 前記(c)段階は、

前記多角形メッシュを構成する全ての連結成分に対応する頂点グラフ情報を一つのデータパーティションで構成し、全ての連結成分に対応する三角形ツリー/三角形データ情報を他の一つのデータパーティションで構成して符号化することを特徴とする請求項９に記載の多角形三次元メッシュ情報の符号化方法。

【請求項１４】 前記(c)段階は、

前記多角形メッシュを構成する全ての連結成分に対応する頂点グラフ情報を一のデータパーティションで構成し、各連結成分に対応する三角形ツリー/三角形データ情報を各々独立したデータパーティションで構成する

が、伝送バケットに比べて大きな連結成分の三角形ツリー/三角形データ情報は独立して復号化可能な多数のデータバーティションに分割して符号化することを特徴とする請求項９に記載の多角形三次元メッシュ情報の符号化方法。

【請求項１５】 前記(c)段階は、

各連結成分を構成する頂点グラフ情報及び三角形ツリー/三角形データ情報別に各々独立したデータバーティションを構成して符号化することを特徴とする請求項９に記載の多角形三次元メッシュ情報の符号化方法。

【請求項１６】 前記(c)段階は、

各連結成分に対応する頂点グラフ情報を各々独立したデータバーティションで構成して先に符号化し、各連結成分に対応する三角形ツリー/三角形データ情報を各々独立したデータバーティションで構成するが、伝送バケットに比べて大きな連結成分の三角形ツリー/三角形データ情報は、独立して復号化可能な多数の分割されたデータバーティションで構成して後で符号化することを特徴とする請求項９に記載の多角形三次元メッシュ情報の符号化方法。

【請求項１７】 前記(c)段階は、

各連結成分に対応する頂点グラフ情報別に独立したデータバーティションで構成し、三角形ツリー/三角形データ情報別に独立したデータバーティションで構成して連結成分別に符号化することを特徴とする請求項９に記載の多角形三次元メッシュ情報の符号化方法。

【請求項１８】 前記(c)段階は、

各連結成分に対応する頂点グラフ情報別に独立したデータバーティションで構成し、三角形ツリー/三角形データ情報別に独立したデータバーティションで構成するが、伝送バケットに比べて大きな連結成分の三角形ツリー/三角形データ情報は、独立して復号化可能な形態に分割されたデータバーティションで構成して連結成分別に符号化することを特徴とする請求項９に記載の多角形三次元メッシュ情報の符号化方法。

【請求項１９】 多角形三次元メッシュを漸進的でエラー回復的に復元可能に符号化する方法において、

(a) 多角形三次元メッシュを１つ以上の連結成分に分割する段階と、

(b) 各連結成分に対して頂点グラフ情報及び三角形ツリー/三角形データ情報を生成する段階と、

(c) 各連結成分に対して、その連結成分を構成する頂点グラフ情報及び三角形ツリー/三角形データ情報を、独立して復号化可能に情報の特性に応じて可変的なビットストリームの形式を有する基本メッシュの形式に合せて符号化する段階とを含むことを特徴とする多角形三次元メッシュ情報の符号化方法。

【請求項２０】 前記(c)段階は、

前記データバーティションの開始コード内の一部ビットをバーティション類型で使用して符号化されたビットストリームの構造を示すことを特徴とする請求項１９に記載の多角形三次元メッシュ情報の符号化方法。



【請求項２１】 前記バーティション類型には、

１つまたは多数の連結成分に対応する情報を集めて一つのデータバーティションで構成して符号化する第0バーティション類型が備えられることを特徴とする請求項２０に記載の多角形三次元メッシュ情報の符号化方法。

【請求項２２】 前記第0バーティション類型が符号化された基本メッシュには、

各連結成分の符号化後、符号化されるべき連結成分がさらに存在するか否かを示すためのビットがさらに備えられることを特徴とする請求項２１に記載の多角形三次元メッシュ情報の符号化方法。

【請求項２３】 前記バーティション類型には、

１つまたは多数の連結成分に対応する頂点グラフ情報を集めて一つのデータバーティションで構成して符号化する第1バーティション類型が備えられることを特徴とする請求項２０に記載の多角形三次元メッシュ情報の符号化方法。

【請求項２４】 前記第1バーティション類型が符号化された基本メッシュには、

各連結成分に対応する頂点グラフ情報の符号化後、符号化されるべき頂点グラフ情報がさらに存在するか否かを示すためのビットがさらに備えられることを特徴とする請求項２３に記載の多角形三次元メッシュ情報の符号化方法。

【請求項２５】 前記バーティション類型には、

三角形ツリー/三角形データ情報を分割してデータバーティションで構成して符号化する第2バーティション類型が備えられることを特徴とする請求項２０に記載の多角形三次元メッシュ情報の符号化方法。

【請求項２６】 前記第2バーティション類型が符号化された基本メッシュには、

前記三角形ツリー/三角形データ情報に対応する頂点グラフの識別子がさらに備えられることを特徴とする請求項２５に記載の多角形三次元メッシュ情報の符号化方法。

【請求項２７】 前記三角形ツリー/三角形データ情報が参照しうる頂点グラフが１つだけである場合には、前記頂点グラフの識別子を符号化しないことを特徴とする請求項２６に記載の多角形三次元メッシュ情報の符号化方法。

【請求項２８】 前記第2バーティション類型が符号化された基本メッシュには、

再生されるべき三角形ストリップのために境界ループテーブルにおける開始インデックスをさらに備えることを特徴とする請求項25に記載の多角形三次元メッシュ情報の符号化方法。

【請求項２９】 前記第2バーティション類型が符号化された基本メッシュは、

二つ以上のデータパーティションにおいて共通の幾何情報と画像情報とをどのように予測するかを示す境界予測表示子をさらに備えることを特徴とする請求項２５に記載の多角形三次元メッシュ情報の符号化方法。

【請求項３０】 前記パーティション類型は、

一つの連結成分を一つのデータパーティションで構成して符号化する第3パーティション類型を備えることを特徴とする請求項２０に記載の多角形三次元メッシュ情報の符号化方法。

【請求項３１】 三角形三次元メッシュを漸進的でエラー回復的に復元可能に符号化する時、三角形三次元メッシュをデータパーティションに分割してバケット化する方法において、

(a) 三角形ツリーに含まれた三角形を順次に訪問しながらその三角形における総ビット発生量を計算する段階と、

(b) 前記(a)段階で計算された三角形の総ビット発生量を累積する段階と、

(c) 前記(b)段階で累積した値がバケット大きさにバケット許容値をかけた値より小さな場合には三角形ツリーに含まれた次の訪問三角形に対して前記(a)段階以降を繰返し、小さくない場合には前記訪問された三角形までの三角形ツリー/三角形データ情報をデータパーティションに分割してバケット化する段階と、を含むことを特徴とする三角形三次元メッシュのデータパーティションへの分割方法。

【請求項３２】 前記(a)段階で訪問された三角形が分岐三角形である場合には、

(d) 前記(b)段階で累積した値に符号化順序によって決定された従属ツリーに含まれた全ての三角形を符号化したビット発生量を合せた値が、前記バケット大きさに前記バケット許容値をかけた値より小さな場合には前記(a)段階以降を繰返し、小さくない場合には前記分岐三角形までの三角形ツリー/三角形データ情報をデータパーティションに分割してバケット化する段階をさらに含むことを特徴とする請求項３１に記載の三角形三次元メッシュのデータパーティションへの分割方法。

【請求項３３】 前記(a)段階において訪問された三角形が分岐三角形である場合には、

(d) 前記(b)段階で累積した値に符号化順序によって決定された従属ツリーの大きさに応じて推定されるビット発生量を合せた値が、前記バケット大きさに前記バケット許容値をかけた値より小さな場合には前記(a)段階以降を繰返し、小さくない場合には前記分岐三角形までの三角形ツリー/三角形データ情報をデータパーティションに分割してバケット化する段階をさらに含むことを特徴とする請求項３１に記載の三角形三次元メッシュのデータパーティションへの分割方法。

【請求項３４】 多角形三次元メッシュを漸進的でエラー回復的に復元可能に符号化する方法において、



(a) 多角形三次元メッシュを１つ以上の連結成分に分割する段階と、

(b) 各連結成分に対して頂点グラフ情報及び三角形ツリー/三角形データ情報を生成する段階と、

(c) 各連結成分に対してその連結成分を構成する前記頂点グラフ情報を符号化する段階と、

(d) 前記三角形ツリー/三角形データ情報を分割したデータパーティションに各々仮想ビット対を追加することによって仮想連結成分で構成して符号化する段階と、を含むことを特徴とする多角形三次元メッシュ情報の符号化方法。

【請求項３５】 前記(d)段階の分割は、

三角形ツリーのメインブランチでのみなされることを特徴とする請求項３４に記載の多角形三次元メッシュ情報の符号化方法。

【請求項３６】 前記(d)段階の分割が、

三角形ツリーのランまたはリーフで行われる場合には(trun、tleaf)対に一対の(1、1)を追加することにより仮想連結成分を構成することを特徴とする請求項３５に記載の多角形三次元メッシュ情報の符号化方法。

【請求項３７】 前記(d)段階の分割が、

三角形ツリーの分岐三角形で行われる場合には(trun、tleaf)対に二対の(1、1)を追加することによって仮想連結成分を構成することを特徴とする請求項３５に記載の多角形三次元メッシュ情報の符号化方法。

【請求項３８】 前記(a)段階以前に、前記多角形三次元メッシュを三角形三次元メッシュで再構成する段階をさらに含むことを特徴とする請求項３４に記載の多角形三次元メッシュ情報の符号化方法。

【請求項３９】 前記(d)段階の分割は、

多角形メッシュの実際のエッジでのみ行われれ、前記三角形ツリー/三角形データのデータパーティションに含まれた最初の三角形の多角形エッジ情報は符号化しないことを特徴とする請求項３８に記載の多角形三次元メッシュ情報の符号化方法。

【請求項４０】 前記(d)段階の分割は、

多角形メッシュの実際のエッジ及び仮想エッジで行われ、前記三角形ツリー/三角形データの第0パーティション類型に含まれた最初の三角形の多角形エッジ情報は符号化しなく、残りパーティション類型では符号化することを特徴とする請求項３８に記載の多角形三次元メッシュ情報の符号化方法。

【請求項４１】 前記仮想連結成分で構成されたデータパーティション内に存在する全ての分岐三角形のうちメインブランチに位置する分岐三角形に対し、1ビットの方向性表示子を含むことを特徴とする請求項３４に記載の多角形三次元メッシュ情報の符号化方法。

【請求項４２】 前記三角形ツリー/三角形データ情報を分割したデータパーティションのヘッダは、

以前に復元されたデータパーティションとは独立して復

元可能に境界ループテーブルにおける開始インデックスを具備することを特徴とする請求項３４に記載の多角形三次元メッシュ情報の符号化方法。

【請求項４３】 前記開始インデックスは、

三角形ツリー/三角形データ情報と対応する境界ループテーブルにおいて連続復元される三角形の開始頂点に対応する境界ループにおけるマッピングされる最初の左右インデックスに決め、境界ループのインデックスは構成成分の頂点数に2を足した範囲内で決めることを特徴とする請求項４２に記載の三次元メッシュ情報の符号化方法。

【請求項４４】 前記開始インデックスは、

三角形ツリー/三角形データ情報と対応する境界ループテーブルにおいて連続復元される三角形の開始頂点に対応する境界ループにおけるマッピングされる最初の左右インデックスに決め、境界ループのインデックスは全体メッシュを考慮して決めることを特徴とする請求項４２に記載の三次元メッシュ情報の符号化方法。

【請求項４５】 前記三角形ツリー/三角形データ情報を分割したデータパーティションのヘッダには、

前記三角形ツリー/三角形データ情報に対応する頂点グラフの識別子がさらに備えられることを特徴とする請求項３４に記載の多角形三次元メッシュ情報の符号化方法。

【請求項４６】 前記三角形ツリー/三角形データ情報を分割したデータパーティションのヘッダには、

二つ以上のデータパーティションにおいて共通の幾何情報と画像情報とをどのように予測するかを示す境界予測表示子が備えられることを特徴とする請求項３４に記載の多角形三次元メッシュ情報の符号化方法。

【請求項４７】 前記データパーティション始終が三角形ツリーのメインブランチに位置する場合には、前記データパーティションと以前に符号化されたデータパーティションに共通の幾何情報及び画像情報を１つのデータパーティションにのみ含ませ、前記データパーティションの始終が従属ツリーに位置する場合には、前記データパーティションと以前に符号化されたデータパーティションに共通の幾何情報及び画像情報の存否を判別し、存在する場合には二つのデータパーティションに前記情報を全て含ませ、そうでない場合には１つのデータパーティションにのみ含ませることを特徴とする請求項４６に記載の多角形三次元メッシュ情報の符号化方法。

【請求項４８】 三角形ツリー/三角形データ情報に含まれた三角形データ情報は、対応する三角形ツリーを構成する三角形別にマーチ情報、幾何情報及び画像情報順に配列されることを特徴とする請求項３４に記載の多角形三次元メッシュ情報の符号化方法。

【請求項４９】 三角形ツリー/三角形データ情報に含まれた三角形データ情報は、対応する三角形ツリーを構成する全ての三角形のマーチ情報、全ての三角形の幾何情報及び全ての三角形の画像情報順に配列されることを特徴とする請求項３４に記載の多角形三次元メッシュ情報の符号化方法。



【請求項５０】 多角形三次元メッシュを漸進的でエラー回復的に復号化する方法において、

(a) 入力されたビットストリームを基本メッシュ単位に区分する段階と、

(b) 前記基本メッシュのパーティション類型を判断する段階と、

(c) 前記基本メッシュに頂点グラフ情報が含まれていると、前記頂点グラフ情報を復号化してバウンディングループテーブルを生成する段階と、

(d) 前記基本メッシュに三角形ツリー/三角形データ情報が含まれていると、前記三角形ツリー/三角形データ情報を復号化して三次元メッシュを生成する段階と、

(e) 前記(a)段階乃至前記(d)段階を繰返すことによって三次元メッシュを生成する段階と、を含むことを特徴とする三次元メッシュ情報の復号化方法。

【請求項５１】 前記(a)段階は、

前記入力されるビットストリームを多角形三次元メッシュ単位に区分し、多角形三次元メッシュに含まれた段階別メッシュの種類を判別して復号化可能な段階別メッシュならその段階別メッシュ内のビットストリームを基本メッシュ単位に区分することを特徴とする請求項５０に記載の多角形三次元メッシュ情報の復号化方法。

【請求項５２】 前記(d)段階において三角形ツリー/三角形データ情報を復号化する際、

三角形ツリーのメインブランチに位置した分岐三角形を復号化する場合、方向性表示子に表示された方向に応じて前記分岐三角形に繋がる従属ツリーの復号化順序が決定されることを特徴とする請求項５０に記載の多角形三次元メッシュ情報の復号化方法。

【請求項５３】 前記従属ツリー内における三角形の訪問順序は、

全ての従属ツリーに対して同一な方向であることを特徴とする請求項５２に記載の多角形三次元メッシュ情報の復号化方法。

【請求項５４】 前記従属ツリー内における三角形の訪問順序は、

前記方向性表示子の値に対応して決定されることを特徴とする請求項５２に記載の多角形三次元メッシュ情報の復号化方法。

【請求項５５】 前記(b)段階は、

前記データパーティションの開始コード値に応じてパーティション類型を判断することを特徴とする請求項５２に記載の多角形三次元メッシュ情報の復号化方法。

【請求項５６】 前記パーティション類型には、

１つまたは多数の連結成分に対応する情報を集めて一つのデータパーティションで構成して符号化する第0パーティション類型が備えられることを特徴とする請求項５

５に記載の多角形三次元メッシュ情報の復号化方法。

【請求項５７】 前記第0バーティション類型の基本メッシュの復号化時、

各連結成分の後に位置した所定のビットにより復号化されるべき連結成分がさらに存在するかを把握することを特徴とする請求項５６に記載の多角形三次元メッシュ情報の復号化方法。

【請求項５８】 前記バーティション類型には、

１つまたは多数の連結成分に対応する頂点グラフ情報を集めて一つのデータバーティションで構成して符号化する第1バーティション類型が備えられることを特徴とする請求項５５に記載の多角形三次元メッシュ情報の復号化方法。

【請求項５９】 前記第1バーティション類型の基本メッシュの復号化時、

各連結成分に対応する頂点グラフ情報の後に位置した所定のビットにより復号化されるべき頂点グラフ情報がさらに存在するかを把握することを特徴とする請求項５８に記載の多角形三次元メッシュ情報の復号化方法。

【請求項６０】 前記バーティション類型には、

三角形ツリー/三角形データ情報を分割してデータバーティションで構成して符号化する第2バーティション類型が備えられることを特徴とする請求項５５に記載の多角形三次元メッシュ情報の復号化方法。

【請求項６１】 前記第2バーティション類型の基本メッシュの復号化時、

前記三角形ツリー/三角形データ情報の前に位置した頂点グラフの識別子により、対応する頂点グラフ情報を識別することを特徴とする請求項６０に記載の多角形三次元メッシュ情報の復号化方法。

【請求項６２】 前記第2バーティション類型の基本メッシュの復号化時、

前記三角形ツリー/三角形データ情報に対応する頂点グラフ情報がユニークに確認されうる場合には、前記三角形ツリー/三角形データ情報の前に頂点グラフの識別子が位置しないと判断することを特徴とする請求項６０に記載の多角形三次元メッシュ情報の復号化方法。

【請求項６３】 前記第2バーティション類型の基本メッシュの復号化時、

前記三角形ツリー/三角形データ情報の前に位置した境界ループテーブルにおける開始インデックスにより以前のデータバーティションとは独立して復号化することを特徴とする請求項６０に記載の多角形三次元メッシュ情報の復号化方法。

【請求項６４】 前記第2バーティション類型の基本メッシュの復号化時、

前記三角形ツリー/三角形データ情報の前に位置した境界予測表示子により、以前に復号化したデータバーティションとの共通の幾何情報と画像情報とをどのように予測するかを判断することを特徴とする請求項６０に記載



の多角形三次元メッシュ情報の復号化方法。

【請求項６５】 前記バーティション類型には、

一つの連結成分を一つのデータバーティションで構成した第3バーティション類型が備えられることを特徴とする請求項５５に記載の多角形三次元メッシュ情報の復号化方法。

【請求項６６】 前記(d)段階において三角形ツリー/三角形データ情報の復号化時、

三角形ツリーのうちメインブランチに位置した分岐三角形を復号化する場合、任意の一方のブランチに位置した従属ツリーの総大きさ情報により前記分岐三角形におけるY-頂点インデックスを決定することを特徴とする請求項５０に記載の多角形三次元メッシュ情報の復号化方法。

【請求項６７】 多角形三次元メッシュを漸進的でエラー回復的に復号化する方法において、

(a) 入力されたビットストリームを基本メッシュ単位に区分する段階と、

(b) 前記基本メッシュのバーティション類型を判断する段階と、

(c) 前記基本メッシュに頂点グラフ情報が含まれていると、前記頂点グラフ情報を復号化してバウンディングループテーブルを生成する段階と、

(d) 前記基本メッシュに三角形ツリー/三角形データ情報が含まれていると、連結成分単位で前記三角形ツリー/三角形データ情報を復号化して三角形三次元メッシュを生成する段階と、

(e) 前記(d)段階における連結成分が仮想連結成分の場合前記(a)段階の以降を繰返し、そうでない場合三角形三次元メッシュの生成を完了する段階と、を含むことを特徴とする三次元メッシュ情報の復号化方法。

【請求項６８】 前記(d)段階において三角形ツリー/三角形データ情報を含む基本メッシュには、

以前に復元された基本メッシュとは独立して復元可能に境界ループテーブルにおける開始インデックスが備えられることを特徴とする請求項６７に記載の多角形三次元メッシュ情報の復号化防法。

【請求項６９】 前記開始インデックスは、

三角形ツリー/三角形データ情報に対応する境界ループテーブルで連続復元される三角形の開始頂点に対応する境界ループにおいてマッピングされる最初の左右側インデックスとして決定され、境界ループのインデックスは構成成分の頂点数に2を足した範囲内で決定されることを特徴とする請求項６８に記載の三次元メッシュ情報の復号化方法。

【請求項７０】 前記開始インデックスは、

三角形ツリー/三角形データ情報に対応する境界ループテーブルで連続復元される三角形の開始頂点に対応する境界ループにおいてマッピングされる最初の左右側インデックスとして決定され、境界ループのインデックスは

全体メッシュを考慮して決定されることを特徴とする請求項６８に記載の三次元メッシュ情報の復号化方法。

【請求項７１】 前記(d)段階において、

右側インデックス－左側インデックス－１が前記基本メッシュの三角形ツリー情報のみを復元した時発生する三角形の総数より大きな場合には、前記連結成分は仮想連結成分であると判断することを特徴とする請求項６８に記載の三次元メッシュ情報の復号化方法。

【請求項７２】 前記(d)段階において復号化された三角形のうち最後から３番目の三角形が分岐三角形であれば(trun、tleaf)対に二対の仮想三角形が存在すると判断し、分岐三角形でなければ(trun、tleaf)対に一対の仮想三角形が存在すると判断し、仮想三角形に対しては三角形データ情報を復号化しないことを特徴とする請求項７１に記載の多角形三次元メッシュ情報の復号化方法。

【請求項７３】 三角形三次元メッシュを多角形三次元メッシュで再構成する段階をさらに含むことを特徴とする請求項６７に記載の多角形三次元メッシュ情報の符号化方法。

【請求項７４】 符号化過程におけるパーティション分割が多角形メッシュの実際のエッジでのみ行われ、前記三角形ツリー/三角形データの基本メッシュに含まれた最初の三角形の多角形エッジは復号化無しに実際のエッジであると判断することを特徴とする請求項７３に記載の多角形三次元メッシュ情報の復号化方法。

【請求項７５】 符号化過程におけるパーティション分割が多角形メッシュの内部でも行われ、前記三角形ツリー/三角形データの最初の基本メッシュに含まれた最初の三角形の多角形エッジは復号化なしに実際のエッジであると判断することを特徴とする請求項７３に記載の多角形三次元メッシュ情報の復号化方法。

【請求項７６】 前記仮想連結成分で構成された基本メッシュ内に存在する全ての分岐三角形に対し、分岐三角形を復号化する場合、方向性表示子に表示された方向に応じて、前記分岐三角形に繋がる従属ツリーの復号化順序が決定されることを特徴とする請求項６７に記載の多角形三次元メッシュ情報の復号化方法。

【請求項７７】 前記(d)段階において三角形ツリー/三角形データ情報を含む基本メッシュには、

二つ以上の基本メッシュにおいて共通の幾何情報と画像情報とをどのように予測するかを示す境界予測表示子が備えられることを特徴とする請求項６７に記載の多角形三次元メッシュ情報の復号化方法。

【請求項７８】 前記境界予測表示子が0の場合、

現在復号化される基本メッシュと以前に復号化された基本メッシュに共通の全ての幾何情報及び画像情報が、現在復号化される基本メッシュには含まれていないことを示すことを特徴とする請求項７７に記載の多角形三次元メッシュ情報の復号化方法。

【請求項７９】 幾何情報を、現在のデータバーティションにおいて以前に訪問された三つの先祖により予測した予測値と符号化された値を用いて復号化する際、必要な先祖のうち何らの値も用いられないと予測値を0とし、一つの値のみ用いられるとその値を予測値とし、二つの値のみが用いられ、その両値と現在の頂点間の距離が1ならば両値の算術平均を予測値とし、２つの値のみ用いられその両値中現在の頂点からの距離が1の値が１つであればその値を予測値とし、三つの値を全て用いられると所定の予測方法により予測値を決定することを特徴とする請求項７８に記載の多角形三次元メッシュ情報の復号化方法。

【請求項８０】 前記境界予測表示子が1の場合、

現在復号化される基本メッシュと以前に復号化された基本メッシュに共通の全ての幾何情報及び画像情報が現在復号化される基本メッシュにも含まれていることを示すことを特徴とする請求項７７に記載の多角形三次元メッシュ情報の復号化方法。

【請求項８１】 幾何情報を訪問された先祖により予測した予測値と符号化された値を用いて復号化する時、以前のデータバーティションではいかなる頂点も訪問されないものと仮定して所定の予測方法により予測値を決定することを特徴とする請求項８０に記載の多角形三次元メッシュ情報の復号化方法。

【請求項８２】 三角形ツリー/三角形データ情報に含まれた三角形データ情報は、対応する三角形ツリーを構成する三角形別マーチ情報、幾何情報及び画像情報順に復号化されることを特徴とする請求項６７に記載の多角形三次元メッシュ情報の復号化方法。

【請求項８３】 三角形ツリー/三角形データ情報に含まれた三角形データ情報は、対応する三角形ツリーを構成する全ての三角形のマーチ情報、全ての三角形の幾何情報及び全ての三角形の画像情報順に復号化されることを特徴とする請求項６７に記載の多角形三次元メッシュ情報の復号化方法。

【発明の詳細な説明】

【０００１】

【発明の属する技術分野】本発明はMPEG-4合成/天然混合符号化(Moving Pictures Expert Group-4 Synthetic and Natural Hybrid Coding：以下MPEG-4 SNHCと称する)分野及び仮想現実モデリング言語(Virtual Reality Modeling Language：以下VRMLと称する)で使われている三次元メッシュデータをエラー回復的(error resilience)、漸進的に復元(incremental build-up)する特性を有するように符号化/復号化する方法に関する。

【０００２】

【従来の技術】三次元メッシュからなる三次元客体の伝送においてはメッシュデータの効率的な符号化のみならず、伝送されるデータの漸進的な復元やエラー回復的な復元が重要な必要条件として認識されている。漸進的な復元においては伝送中の線路上のエラーによってデータ

の損失が発生した場合、既に伝送されたデータのみでも一部復元可能にすることによって、再伝送されるべきメッシュデータの量を最小化しうる。エラー回復的な復元では伝送された特定単位データ内のエラー発生有無とは関係なく伝送された単位データ別に独立して復元可能にし、データ復元効率を高めるだけでなく、使用者の待ち時間も短縮しうる。このように線路エラーに対して強い特徴のため、今後の無線通信または低伝送率通信等において効率よく使用可能な技術である。本発明は三次元メッシュデータの漸進的な符号化及びデータ損失に対する回復性を与えるために連結情報(Connectivity)、幾何情報(Geometry)及び画像情報(Photometry)からなる三次元メッシュデータを符号化/復号化する方法を提示する。

【０００３】既存の三次元メッシュデータに対する符号化はメッシュデータ全体に対して順次に符号化することによって、符号化されたデータの伝送時全体のビットストリームを全て伝送される前に一部のデータのみで復元することは不可能であった。また、伝送時発生する線路上のエラーにより一部のデータのみが損失しても全体のデータを再び伝送すべき問題があった。例えば、現在MPEG-4 SNHC三次元メッシュ符号化技術として採択されているIBM社の符号化方式がある(ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 MPEG98/W2301、"MPEG-4 SNHC Verification Model 9.0")。

【０００４】MPEG-SNHCではVRMLに基づいてメッシュ符号化/復号化方法をデザインしている。VRMLにおいてメッシュはIndexedFaceSetというノード型で記述される。メッシュデータをコーディングするための主な技術としてIBM社の位相幾何学的サーザリ(Topological Surgery)がある。この技術は与えられたメッシュを球と位相幾何学的に同一であると仮定した後、与えられた切断エッジ(Cutting-edge)に沿ってメッシュをカットすることによって、2進ツリー構造の三角形スパニンググラフを生成する。この際、メッシュをカットするために定められた切断エッジは頂点と頂点を繋ぐ形態であって、ループを有するツリー構造として与えられる。これを頂点スパニンググラフと称する。従って、この二つのツリーを符号化/復号化すれば元のメッシュを損失なく再生しうる。

【０００５】MPEG-4 SNHCでは、一つのVRMLファイルには多数のIndexedFaceSetが有り得るが、基本的に一つのIndexedFaceSetのみを基準として圧縮を行なう。しかし、一つのIndexedFaceSetは多数個のメッシュで構成されうる。即ち、任意の頂点と他の任意の頂点とを連結するエッジが元のメッシュに存在する多角形の集合を一つの連結成分(connected component)とすれば、IndexedFaceSetは多数個の連結成分で構成されることを許す。

【０００６】一般に、グラフィックの迅速な処理のためには、モデリングされる単位が三角形であり、このような三角形がランダムに構成されるものでなくストリップやファンの形で相互連結されていることが望ましい。また、シンボルを繰返して表現することにより圧縮率が良くなる。IBM社の符号化方式ではこのような圧縮率とグラフィックの迅速な処理という観点でメッシュを可能な限り一つの長い三角形ストリップで作る。



【０００７】図1(Ａ)乃至図1(Ｆ)はIBM社の三角形スパニンググラフを頂点スパニンググラフに沿ってカットして生成する位相幾何学的サーザリ技術過程を示す。図1(Ａ)及び図1(Ｄ)はメッシュを太線で定義された切断エッジに沿ってカットする方法を示したものであり、図1(Ｂ)は切断エッジの全体形態を、図1(Ｅ)は図1(Ｂ)に沿ってメッシュをカットする時発生するエッジと頂点の構成形態を、図1(Ｃ)はカットする基準点の頂点を連結させて構成した頂点スパニンググラフ、図1(Ｆ)は頂点スパニンググラフに沿ってメッシュをカットして一つの連結された三角形の集合のストリップを定義した三角形スパニンググラフを示したものである。さらに、三角形スパニンググラフを図1(Ａ)乃至図1(Ｆ)のような方法で生成するなら、一般に三角形スパニンググラフの分岐(branch)される二つのラン(run)のうち一方のランは他方のランに比べて相当短く表現されうる。

【０００８】図2(Ａ)乃至図2(Ｄ)は実際のメッシュに位相幾何学的サーザリ技術を適用した例を示した図面である。一方、頂点スパニンググラフは一本のブランチから多数本のブランチに分けられ、図3は頂点ランが再び以前の頂点のうち一つの位置に戻る形態、即ちループを有する頂点スパニンググラフの一例を示す。そして、一つのメッシュは多数個の連結成分で構成でき、実際にはメッシュをなす構成成分当り図1(Ｃ)のような頂点スパニンググラフと図1(Ｆ)のような三角形スパニンググラフの対を生成する。一般に、一つのIndexedFaceSetは多数個の連結成分で構成されるので、一つのIndexedFaceSetをコーディングすれば多数個の三角形スパニンググラフと頂点スパニンググラフの対が得られる。

【０００９】位相幾何学的サーザリ技術により符号化されたデータの復元方法は次のような順序で構成される。

1. 頂点スパニンググラフを用いてバウンディングループを生成する。

2. 三角形スパニングツリーにおいて分岐する三角形の第3の頂点をY-頂点とするが、三角形スパニンググラフのビットストリームを用いてY-頂点を計算し、ストリップ形態の一連の連結性を有する三角形または多角形の集合を構成する。この際、三角形スパニンググラフの三角形マーチビットパターン(triangle marching bit pattern)を用いて三角形または多角形を生成する。

【００１０】3. 前記1と2の過程を通じて構成されたツリー構造のメッシュ情報を用いて位相幾何学的構造によって復元されたメッシュで構成する。IBM社は頂点スパニンググラフと三角形スパニンググラフとをエントロピ算術符号化を用いて無損失圧縮している。しかし、IBM社の方法において元の構造を再構成するためには全ての

ビットストリームを入力すべきであり、これによって次のような短所を有することになる。

【００１１】1. メッシュデータの復号化のためには全てのビットストリームを入力すべきなので、伝送中にエラーが発生した場合、全てのビットストリームを再伝送すべきである。

2. データの量が帯域幅(band width)に比べて多い場合伝送時間が長くなって使用者の待ち時間が延びる。使用者の待ち時間を短縮するためには既に伝送されたデータを活用してメッシュを部分的に復元、レンダリング（rendering）すべきであるが、従来の技術ではビットストリームの構造上伝送されたビット量に比べて復元可能な三角形の数が少ない。

【００１２】このような従来の技術の短所を克服するためには次のような問題点を解決すべきである。

1. 伝送路の帯域幅や復号化器の特性を考慮してメッシュデータを効率的な単位に小さく分け、この単位のビットストリームが復号化器において復元及びレンダリング可能となるようにエラーに対する回復性を提供すべきである。

【００１３】2. 現在受信している一部のデータのみでも一部の復元とレンダリングまで可能となるような漸進的な形態の符号化/復号化方法を提供すべきである。従来のIBM方法の基本構造上で前記両機能を提供する方法は、まず図4に示したようなバウンディングループとY-頂点を処理する方法によってその性能が変わる。図1(F)において番号10、14、18に該当する点がY-頂点である。このY-頂点は分岐する両三角形ランのうち少なくとも一方のランが全て処理されてからでないと計算することができない。即ち、三角形ラン内に位置する三角形は、マーチビットパターンとバウンディングループとを用いて三角形の三つの頂点に対するインデックスを決定しうるが、分岐三角形の３番目の頂点のY-頂点は繋がる他の二つのランのうち少なくとも一方のランに対する全てのビットストリームが入力されてからでないと決定できない。従って、繋がるビットストリームが全て入力されるまでは分岐三角形の以降の三角形は復元、レンダリングできない。従来のIBMの方法では全てのビットストリームが復号化器に受信されていると仮定するので、かかる問題に対して考慮していないが、漸進的な方法で符号化/復号化するためにはかかる問題を解決すべきである。

【００１４】以下、本発明の関連分野において用いられる用語を予め定義する。

▲多角形メッシュ(Polygonal mesh)：頂点の3次元空間上の座標(幾何情報)、それぞれの面とそれを構成する頂点との関係(連結情報)及びメッシュの幾何学的構造には影響を与えないが、どのように見えるかに対して影響を与える色相、法線、テクスチャー座標情報などの画像情報によって定義される。



【００１５】▲フェース(Face)：一連の頂点インデックスの集合であり、コーナー(corner)は（面、頂点）の対を意味する。フェースを構成する頂点が相異なる頂点インデックスの集合である時、"simple face"と称する。

▲エッジ(Edge)：頂点インデックスの対をエッジと称する。もし、多角形メッシュにおいて１つのエッジが一面でのみ現れるとこれを"boundary edge"と定義する。もし、多面に同一なエッジが現れればこのエッジは"singular"であると定義する。但し、二枚の隣接面にのみ現れるエッジは"internal"であると定義する。boundary edgeとinternal edgeは"regular"であると定義する。

【００１６】▲デュアルグラフ(dual Graph)：メッシュの各面の内部に各々１点を定義し、面間のinternal edgeを通過して前記定義した点を連結したグラフをデュアルグラフと称する。図5(A)は多角形メッシュを例示したものであり、図5(B)は図5(A)に示された多角形メッシュグラフのデュアルグラフを示したものである。

▲仮想現実モデリング言語(Virtual Reality Modeling Language：VRML）：インターネットで仮想空間を記述して伝送するために作られたグラフィック標準フォーマットである。

【００１７】▲MPEG(Moving Picture Expert Group）：ビデオなどの多様なメディアの伝送のための圧縮フォーマットを標準化するための国際標準化活動である。

▲メッシュ（Mesh）：客体を多数個の多角形で構成して表現したものである。

▲ノード(Node）：頂点スパニンググラフにおける一つの頂点、またはVRMLにおいて使用する描写の最小単位である。

【００１８】▲位相幾何学的サーザリ(Topological Surgery）：メッシュを三角形のストリップ状に作るために与えられた経路(path)に沿ってメッシュをカットするIBM社のメッシュコーディングのための方法である。

▲頂点スパニンググラフ(Vertex spanning graph）：位相幾何学的サーザリにおいてメッシュをカットする経路である。

【００１９】▲三角形スパニングツリー(Triangle spanning graph）：位相幾何学的サーザリにおいて頂点スパニンググラフに沿ってカットして示す三角形ストリップ(triangle strip)であって、2進ツリー構造である。

▲vlast：頂点ランは上位頂点ランで多数本ブランチに分岐することがあるが、現在の頂点ランが該ブランチ中の最後のブランチなのかを示す。ブランチ中の最後であれば1、そうでなければ0が与えられる。

【００２０】▲vrun：頂点ランが唯一の次のノードを有するかを示す。

▲vleaf：現在のvrunの端がリーフ（leaf）で終わるか、或いは分岐ノードで終わるかを示す。リーフで終わると1、そうでなければ0が与えられる。

▲vlength：頂点ランの長さである。

▲loopstart：頂点ランのうち一部はリーフが再び他の頂点ランに会う場合が発生するが、そうした場合の開始を示す。

【００２１】▲loopend：頂点ランのリーフがループを形成する場合、その終点を示す。

▲loopmap：loopstartとloopendの相互連関性を示す。loopendからloopstartへのエッジを関連付けるインデックスの集合である。

▲trun：連続される三角形の集合であって、その端はリーフ三角形または分岐する三角形からなる。

【００２２】▲tleaf：三角形のランがリーフ三角形で終るか、分岐する三角形で終わるかを示す。リーフ三角形ならば1、そうでなく分岐する三角形ならば0が与えられる。

▲tmarching：三角形の前進様相を記述する。ストリップにおいて右側境界にエッジを有すると1、左側境界にエッジを有すると0が与えられる。

【００２３】▲polygonedge：現在のエッジが元のメッシュモデルから与えられたエッジなのか、それとも多角形を三角形の集合として表現するためにいれたエッジなのかを示す。元の与えられたエッジならば1、そうでなければ0が与えられる。

▲triangulated：メッシュ内に多角形の存否を表示する。存在すれば0、そうでなければ1が与えられる。

【００２４】▲nvertices：頂点の個数を示す。

▲nloops：ループの個数を示す。

▲nvedges：vrunの大きさを示す。

▲nvleaves：頂点スパニンググラフにおいてリーフの個数を示す。

▲bitspernvedges：nvedgesのために使われたビット数である。

【００２５】▲simple：頂点スパニンググラフがループを有すると0、そうでなければ1が与えられる。

▲ntriangles：三角形スパニンググラフにおける三角形の数を示す。

▲ntbranches：三角形スパニンググラフにおける分岐する三角形の数を示す。

▲nmarchingtrans、nmarchingkeepleft：tmarchingの圧縮のための統計的モデルである。

【００２６】▲npolytrans、nkeeppoly：polygonedgeの圧縮のための統計的モデルである。従来のMPEGにおいて使用する三次元メッシュデータの圧縮方式は図6のようである。図6によれば、三次元メッシュデータ100は連結情報、幾何情報、そして画像情報に分れて各々連結情報符号化器102、幾何情報符号化器103、画像情報符号化器112を具備する符号化器101により符号化される。この際、頂点構造に対する情報105は連結情報符号化器102から幾何情報符号化器103に伝えられる。連結情報符号化器102、幾何情報符号化器103そして画像情報符号化器112で圧縮された情報はエントロピ符号化器104により圧縮されたビットストリーム111に置換えられる。



【００２７】圧縮されたビットストリーム111は再び復号化器112に入力される。即ち、圧縮されたビットストリーム111はエントロピ復号化器106を経て連結情報及び幾何情報そして画像情報に分れ、これら情報は各々連結情報復号化器107、幾何情報復号化器108、画像情報復号化器113で各々復号化される。符号化器101と同様に頂点構造に対する情報109は連結情報復号化器107から幾何情報復号化器108に伝えられる。復号された連結情報、幾何情報、そして画像情報を用いて復元された三次元メッシュ110を構成しうる。

【００２８】図6によれば、三次元メッシュは通信線路等で圧縮されたビットストリームの形態で伝送される。ところが、図6に示されたような従来のMPEGにおいて使用される三次元メッシュデータの圧縮方式はエントロピ符号化器104を使用するので、通信線路等で発生される伝送エラーに対して脆弱である。従って、伝送エラーに対応し、既に伝送された連結情報、位置情報、そして他の情報などを用いて漸進的に三次元メッシュを復元させうる技術を本発明で提示する。

【００２９】

【発明が解決しようとする課題】本発明は前記問題点を解決するために創案されたものであって、伝送中エラーが発生してもエラーの発生部分のみ再伝送したり、エラーの存する部分とは独立して残り復元するデータを復元することによってネットワークの負担と伝送時間を短縮でき、エラーの復元機能をネットワーク階層(Network Layer)に依存することで発生するビット量の増加を最小化し、伝送された一部の連結情報、幾何情報、そして特性情報を用いて三次元メッシュを漸進的に復元しうる三次元メッシュ情報の漸進的な符号化/復号化方法を提供することをその目的とする。

【００３０】

【課題を解決するための手段】前記目的を達成するために本発明に係る多角形三次元メッシュを漸進的、エラー回復的に復元可能に符号化する方法の一実施例は、

(a) 多角形三次元メッシュを１つ以上の連結成分に分割する段階と、(b) 各連結成分に対して頂点グラフ情報及び三角形ツリー/三角形データ情報を生成する段階と、(c) 各連結成分に対し、その連結成分を構成する頂点グラフ情報及び三角形ツリー/三角形データ情報を、独立的に復号化可能な形式を有する基本メッシュの形式に合せて符号化する段階とを含むことを特徴とする。

【００３１】前記目的を達成するために本発明に係る多角形三次元メッシュを漸進的、エラー回復的に復元可能に符号化する方法の他実施例は、(a) 多角形三次元メッシュを１つ以上の連結成分に分割する段階と、(b) 各連結成分に対して頂点グラフ情報及び三角形ツリー/三角形データ情報を生成する段階と、(c) 各連結成分に対し

て、その連結成分を構成する頂点グラフ情報及び三角形ツリー/三角形データ情報を、独立して復号化可能に固定されたビットストリーム形式を有する基本メッシュの形式に合せて符号化する段階とを含むことを特徴とする。

【００３２】前記目的を達成するために本発明に係る多角形三次元メッシュを漸進的、エラー回復的に復元可能に符号化する方法の他実施例は、(a) 多角形三次元メッシュを１つ以上の連結成分に分割する段階と、(b) 各連結成分に対して頂点グラフ情報及び三角形ツリー/三角形データ情報を生成する段階と、(c) 各連結成分に対して、その連結成分を構成する頂点グラフ情報及び三角形ツリー/三角形データ情報を、独立して復号化可能に情報の特性に応じて可変的なビットストリームの形式を有する基本メッシュの形式に合せて符号化する段階とを含むことを特徴とする。

【００３３】前記目的を達成するために本発明に係る多角形三次元メッシュを漸進的、エラー回復的に復元可能に符号化する方法の他実施例は、(a) 多角形三次元メッシュを１つ以上の連結成分に分割する段階と、(b) 各連結成分に対して頂点グラフ情報及び三角形ツリー/三角形データ情報を生成する段階と、(c) 各連結成分に対してその連結成分を構成する前記頂点グラフ情報を符号化する段階と、(d) 前記三角形ツリー/三角形データ情報を分割したデータパーティションに各々仮想ビット対を追加することによって仮想連結成分で構成して符号化する段階とを含むことを特徴とする。

【００３４】前記目的を達成するために本発明により多角形三次元メッシュを漸進的、エラー回復的に復元可能に符号化する時、三角形三次元メッシュをデータパーティションに分割してバケット化する方法の一実施例は、(a) 三角形ツリーに含まれた三角形を順次に訪問しながらその三角形における総ビット発生量を計算する段階と、(b) 前記(a)段階で計算された三角形の総ビット発生量を累積する段階と、(c) 前記(b)段階で累積した値がバケット大きさにバケット許容値をかけた値より小さな場合には三角形ツリーに含まれた次の訪問三角形に対して前記(a)段階以降を繰返し、小さくない場合には前記訪問された三角形までの三角形ツリー/三角形データ情報をデータパーティションに分割してバケット化する段階とを含むことを特徴とする。

【００３５】前記目的を達成するために多角形三次元メッシュをエラー回復的に復号化する方法の一実施例は、(a) 入力されたビットストリームを基本メッシュ単位に区分する段階と、(b) 前記基本メッシュのパーティション類型を判断する段階と、(c) 前記基本メッシュに頂点グラフ情報が含まれていると、前記頂点グラフ情報を復号化してバウンディングループテーブルを生成する段階と、(d) 前記基本メッシュに三角形ツリー/三角形データ情報が含まれていると、前記三角形ツリー/三角形データ情報を復号化して三次元メッシュを生成する段階と、(e) 前記(a)段階乃至前記(d)段階を繰返すことによって三次元メッシュを生成する段階とを含むことを特徴とする。



【００３６】前記目的を達成するために多角形三次元メッシュをエラー回復的に復号化する方法の他実施例は、(a) 入力されたビットストリームを基本メッシュ単位に区分する段階と、(b) 前記基本メッシュのパーティション類型を判断する段階と、(c) 前記基本メッシュに頂点グラフ情報が含まれていると、前記頂点グラフ情報を復号化してバウンディングループテーブルを生成する段階と、(d) 前記基本メッシュに三角形ツリー/三角形データ情報が含まれていると、連結成分単位で前記三角形ツリー/三角形データ情報を復号化して三角形三次元メッシュを生成する段階と、(e) 前記(d)段階における連結成分が仮想連結成分の場合前記(a)段階の以降を繰返し、そうでない場合三角形三次元メッシュの生成を完了する段階とを含むことを特徴とする。

【００３７】

【発明の実施の形態】以下、添付された図面に基づき本発明を詳しく説明する。まず、三次元メッシュの漸進的な処理のために本発明では新たなメッシュ構造を図7のように提案する。図7によれば、三次元メッシュ(Mesh Object：MO) はメッシュの情報を多段階に分類した段階別メッシュ(Mech Object Layer：MOL)で構成されうる。この際、各MOLは１つまたはそれ以上の基本メッシュ(Mesh ObjectBase Layer：MOBL)を含むことになる。一つのMOBLはそれ自体の復元に必要な連結情報、幾何情報、そして画像情報などを含む。即ち、MOは符号化する三次元メッシュ客体単位で定義され、これらメッシュ情報の多様な画質と機能面で多段階に分類し、この分類された各段階を段階別メッシュ(MOL)として定義する。さらに、位相幾何学的サーザリ方法を用いて一つの三次元メッシュ客体を相互連結性のない多数個の独立したメッシュ情報(即ち、連結成分)で構成した時、符号化するデータの大きさやその他の特性に応じて相互独立したメッシュ情報を統合したり分割させて構成したものを基本メッシュとして定義する。

【００３８】図8(Ａ)及び図8(Ｂ)はMOとMOBLの例を示す図面てある。このような新たなメッシュ構造でさらに効率よくメッシュ情報を漸進的に復元/レンダリングするためにはY-頂点を考慮したバウンディングループのインデックス決定方法が必要である。一つの三角形メッシュを復元するためには、図9のように三角形ツリー/三角形データ(tt/td)対のパーティションに右側境界(rightboundary)と左側境界(left boundary)の開始点に対するバウンディングループのインデックスが与えられる。図9において、mは右側開始インデックス(right starting index)、nは左側開始インデックス(left starting index)、矢線はコーディングされる三角形の順序であり、こ

の時前進方向を基準として三角形ストリップの右側に位置する境界を右側境界、左側に位置する境界を左側境界、陰影がつけられた三角形は分岐三角形を示す。tt/td対の各三角形に対してバウンディングループのインデックスを決定するためには次のような付加情報が必要である。

【００３９】●分岐三角形以前の三角形の場合

図９に示されたように、分岐三角形以前の三角形の場合にはバウンディングループのインデックスが左側境界では1ずつ増加し、右側境界では1ずつ減少するので、マーチビットが復号化される度に三角形の三つの頂点をすぐ復元しうる。

●分岐三角形の場合

図９において分岐三角形は三つの頂点b[m-3]、b[m-1 0]、b[n+2]で構成される。しかし、分岐三角形において右側ブランチの三角形情報、即ち三角形の個数が分かる情報が入力されないと、分岐三角形の３番目の頂点のY-頂点のバウンディングループにおけるインデックスのm-10がわからない。従って、Y-頂点のインデックスを決定するためには一方のブランチの三角形の個数が分かる情報が入力されるべきである。一方のブランチの三角形の総数を知るためには、tt/td対で三角形ランに対する情報が必要であるが、図９において、右側ブランチの三角形の数をp個と仮定すれば、用いられる頂点の個数を次の式①によって決定しうる。

【００４０】

１つのブランチにおいて使われる頂点の数＝ｐ＋２…①

例えば、図9において分岐三角形の３番目の頂点のY-頂点のバウンディングループにおけるインデックスは右側境界上の頂点のインデックスがm-3であり、ブランチ内の三角形の数が6個という事実を用いれば、

Y-頂点のインデックス=(m-3)-(6+2-1)=m-3-7=m-10と決定しうる。

【００４１】●分岐三角形から分岐するブランチ内の三角形の場合

Y-頂点のインデックスが提供される場合には前記分岐三角形以前の三角形を処理する方法と同一な方法で各三角形を復元及びレンダリングできるが、分岐三角形のY-頂点が決定されないと三角形の頂点のインデックスが決定できない。これは、図9のように、右側ブランチはY-頂点が解決されないと左側境界上に位置する頂点のインデックスを前記理由によって決定できないからである。

【００４２】このように分岐三角形で発生するY-頂点の問題を解決してさらに効率よく漸進的な復元及びレンダリングを提供するための方法を後述のように提示する。また、本発明ではエラーに対する回復性を提供するために、伝送路の帯域幅や復号化器の特性などを考慮してメッシュデータを分割するに当って、固定構造分割及び可変構造分割の２種の方法で各々処理でき、分割されたデータを各々相互独立して復元及びレンダリングするための方法をさらに提示する。ここで、固定構造分割は分割されたデータが全て同一な構造を有するように構成させる方法であり、可変構造分割は分割されたデータが符号化効率及びバケット化を考慮して頂点グラフ、三角形ツリー、三角形データなどの情報により適切に組合わせられた構造を有するように構成した方法である。

【００４３】<Y-頂点を考慮した漸進的符号化方法>従来の位相幾何学的サーザリ方法では符号化の順序が全体tt/td対に対して特定の方向にのみ固定されている。かかる方法で漸進的なレンダリング能のみを向上させうるように符号化するためには、メッシュデータから発生する全てのY-頂点のインデックス値とY-頂点の総数の情報をビットストリームに含んで復号化器に伝送すればよい。しかし、この方法は符号化の効率面で非常に望ましくない方法である。従って、両側面、即ち漸進的なレンダリング効果及び符号化効率を満足するさらに効率的なY-頂点に対する符号化方法が要求される。

【００４４】位相幾何学的サーザリ方法では従属ツリー間の長さ差が大きく、大きなメッシュデータであるほどY-頂点を効率よく決定することができず、多角形の復元による漸進的なレンダリング効果が期待できないとう問題がある。従って、従属ツリー間の長さ差がある場合、即ち二本の分岐されたブランチの大きさが同一でなければ、Y-頂点の決定とレンダリング側面で短い長さの従属ツリーを先に符号化することがさらに効率的である。ここで、図2(A)乃至図2(D)に示された位相幾何学的サーザリ技法を用いてメッシュデータを得る場合、一般に一方のブランチの三角形の数が対応する他方のブランチの三角形の数より少なくなる。このような特性により、本発明では従属ツリーの大きさに応じる方向性(Orientation)情報を提供して符号化順序(traversing)を分岐三角形毎に個別的に定められる方法を提示する。即ち、1ビットで構成された方向性情報が1ならば最初に決まった符号化順序のように右側を先に訪問し、0ならば左側を先に訪問して符号化する。従って、このように方向性情報を復号化器に伝達することによって漸進的な復号化及びレンダリング効果を向上させることを期待しうる。さらに、方向性情報は任意の１つのメッシュツリーをメインツリーと従属ツリーとに分類することができ、この特性を用いて連結性情報を保たせながらさらに効率よくデータを分割しうる機能も提供する。

【００４５】図10(A)乃至図10(C)は前記方法により決定した方向性情報を活用した符号化方法の一例を示す図面である。図10(A)において陰影三角形はメインツリーに存在しながら方向性情報を有している分岐三角形を、2進メッシュツリー内部の線は従属ツリーを有している2進メッシュツリーのメインブランチを、そして2進メッシュツリーの外部線は従属ツリーにおける符号化順序、即ち復号部においてバウンディングループのインデックスをマッピングする方向を示す。ここで、バウンディン

グループのインデックスをマッピングする方向は、図10(Ａ)の例のように方向性情報と同じ方向(例えば、0なら時計回り方向、1なら逆時計回り方向)に決定され、各従属ツリー毎に変えて定義しうる。これとは異なって、バウンディングループのインデックスをマッピングする方向は、方向性情報とは関係なく全て時計回り方向、または全て逆時計回り方向のみでも定義しうる。一方、復元する従属ツリー内の三角形の数をt個と仮定すれば、Y-頂点値は方向性情報によって次のように計算式が異なる。

【００４６】●右側ブランチを先に符号化する場合(方向性情報値が1の場合)

分岐三角形の右側境界上の頂点のバウンディングループにおけるインデックスがpならばY-頂点のインデックスは次のようである。Y-頂点の位置=p-t-1

●左側ブランチを先に符号化する場合(方向性情報値が0の場合)

分岐三角形の左側境界上の頂点のバウンディングループにおけるインデックスがpならばY-頂点のインデックスは次の通りである。Y-頂点の位置=p+t+1図10(Ｂ)と図10(Ｃ)においてtrは三角形ラン、tlはtleaf、tdは方向性情報、tmはマーチ(marching)を示し、図10(Ｂ)はtt/td対情報の構成要素のうち三角形ツリーに方向性情報を配置する場合であり、図10(Ｃ)はtt/td対情報の構成要素のうち三角形データに方向性情報を配置する場合のビットストリームの構成図を示す。図10(Ｂ)に示された配置方法は具現が簡単な長所があり、図10(Ｃ)に示された配置方法は１つの三角形の情報が復元されると直ちにレンダリングできて遅延時間が短く、復号化器の設計時メモリの使用が図10(Ｂ)に比べて少なくてコストダウンとなる長所がある。

【００４７】図11(Ａ)は従来の位相幾何学的サーザリの符号化順序を示し、図11(Ｂ)は分岐する三角形における両側ブランチの大きさに応じる符号化順序の決定方法を適用した一例であって、方向性情報の意味を示した図面である。データ分割時の方向性情報決定方法は後述する。

<エラーに対する回復性を考慮した漸進的な符号化方法>データ伝送路や符号化器から生成されたビットストリーム上のエラーによるデータの損失発生時、復号化器の方ではこれに対する効率的な処理方法が必要である。従って、符号化するメッシュデータを意味のある単位(即ち、パーティションまたは基本メッシュ)に区分してデータを分割し、これを所定の大きさを有する処理単位(以下、バケットと略称する)で伝送することになる。具体的に、バケットは特定の形式に配列されるビットの束であって、一定の長さを有するように決まっている。伝送路上に長いデータを伝送しようとすれば、多数の使用者が存在する伝送路上で停滞を引起こすので、伝送単位を一定の長さに束ねることにより限定された伝送路を多



数の使用者による共有を可能にする。一方、バケットが符号化の結果として得たビット列を一定の長さ毎に束ねたものであれば、パーティションは符号化しようとする元の情報(メッシュ)を適当な単位に分割したものを意味する。この分割過程では、受信側で復元する時伝送路上のエラーに効率よく対応できるように考慮する。即ち、全体のメッシュを意味のある部分に分割すれば、符号化されたビット列が伝送路上でエラーを含んで受信側で完璧な復元が出来なくてもエラーが含まれたパーティションのみが損傷されるだけで、エラーの含まれない他のパーティションは完璧に復元しうる。ここで、意味のある部分とは、例えば動物の絵において、腕、足、胴体等、各部分が相互関連性のある意味を有することをいう。パーティションをする過程では、バケットのようにその大きさが一定に決まっているわけではない。但し、受信されたデータにエラーが含まれた場合にも、受信側で効率よくデータを復元することが可能なパーティション方法を本発明では提示する。

【００４８】前述したように符号化するデータをパーティションに分割することによって次のような効果を期待しうる。

●損失が発生したデータ単位のみ再伝送させることによりネットワーク負荷及び復号化遅延時間を縮めることができる。

●分割されたデータ単位間に相互独立性を保障するなら、

1) 損失されたデータの再伝送無しでも、損失のない残りデータのみでメッシュの復元及びレンダリングが可能であり、損失によって発生する復号化遅延時間を除去しうる。

【００４９】2) メッシュデータ全体を受信していない状態でも、現在受信したデータを順次に復元及びレンダリングしうる。

3) データ単位間に相互独立性が保障されない符号化方法に比べて、損失されたデータが再伝送されない場合のメッシュ復元能がさらに優れる。また、再伝送がある場合にも伝送効率(復号化待ち時間)が向上する。

【００５０】<固定構造分割方法>図12(Ａ)乃至図12(Ｉ)は固定構造を有するデータ分割方式を示す図面である。scはバケット化されたメッシュビットストリームにおいてパーティションの開始位置を示す開始コードであり、idはパーティションの識別子であって、本発明に係る符号化文法の一実施例では、各々3D_MOBL_start_code及びmobl_idで表される。vq_idは多数個の連結成分で構成されたメッシュデータにおいて多数個の頂点グラフ情報を束ねて処理する場合、各tt/td対のパーティションの復元時これに対応する頂点グラフを指定するために使用する表示子であって、本発明に係る符号化文法の一実施例ではcodap_vq_idで表される。訪問インデックス(visiting index：vi)は分割されたパーティショ

ンのルート三角形のバウンディングインデックス(bounding__index)値を示す表示子であって、図4のようにleft__indexとright__index情報を有しており、本発明に係る符号化文法の一実施例ではこれらが各々codap__left__idx、codap__right__idxで表される。bpは境界予測(boundary__prediction)を示す表示子であって位置(geometry)、色相(color)、法線(normal)、テクスチャー座標(texcoord)情報を符号化する方法を決定する。即ち、bpが1ならば既に符号化した頂点に対して重畳を許して符号化する方法を意味し、0ならば重畳されないように頂点を符号化する方法を意味する。bpは本発明に係る符号化文法の一実施例においてcodap__bdry__predで表される。lblは現在のバーティションが分岐三角形で終わる場合に前記分岐三角形のY-頂点インデックスを現在のバーティション情報のみでも復号化器で計算可能にするために発生する表示子であって、前記分岐三角形において任意の一方のブランチの従属ツリーの総大きさを示す。lblは本発明に係る符号化文法の一実施例においてcodap__branch__lenで表される。vqは頂点グラフ、ttは三角形ツリー/三角形データにおける三角形ツリー、そしてtdは三角形ツリー/三角形データにおける三角形データを示す。また、lvqは１つのバーティション内で復元する連結成分の存否を示すために定義された1ビット表示子であって、次に復元するvqが存在する場合には0、存在しない場合には1と定義される。ltqは１つのバーティション内で復元する連結成分または従属ツリーの存否を示す1ビットの表示子であって、その値が0なら存在する場合を、1なら存在しない場合を各々示す。固定構造分割方法は図12(A)乃至図12(Ｉ)に定義されたビットストリームの形態のうち適用分野に応じて任意の１つの形態のみで全体メッシュデータを同一に符号化する方法である。

【００５１】構造面で図12(A)は全体メッシュデータを符号化順序に応じて処理し、一つのバーティションで構成する方法を示したものである。図12(B)は図12(A)のように全体メッシュデータを一つのバーティションで構成するが、頂点グラフデータとtt/td対を分離して構成する方法を示した図面である。図12(C)は一つの連結成分を最小単位でバーティションを構成する方法を示した図面である。図12(D)はメッシュデータを構成する多数個の頂点グラフを集めて一つのバーティションに構成し、また対応するtt/td対を集めて一つのバーティションに構成する方法を示した図面である。図12(E)は多数個の頂点グラフを集めて一つのバーティションに構成し、tt/td対はバーティションの大きさを考慮して多数個のバーティションに分割して構成する方法を示した図面である。図12(F)は図12(D)のように頂点グラフとtt/td対を分離して構成し、これらを連結成分単位別に各々別のバーティションに構成する方法を示した図面である。図12(G)はメッシュ客体を構成する多数個の頂点グラフを各々別のバーティションに構成し、次いで対応する全てのtt/td対をバーティションの大きさを考慮して多数個のバーティションに分割して構成する方法を示した図面である。図12(H)は各連結成分を構成する頂点グラフを先にバーティション化し、対応するtt/td対をバーティション化して全ての成分を符号化する方法を示した図面である。図12(Ｉ)は各連結成分において頂点グラフデータを先に一つのバーティションで符号化し、対応するtt/td対をバーティションの大きさを考慮して分割してバーティション化する方法を示す。

【００５２】機能面で図12(A)乃至図12(Ｉ)のそれぞれの方法を説明する。まず図12(A)と図12(B)に示された方法はエラー回復性が提供されなかったり、伝送路や復号化器の性能に対する制約がない場合に用いられる方法であって、図12(A)は図12(B)に比べて処理費用とレンダリング効率はさらに向上されるが、データの損失時に発生する再伝送費用はさらに多くかかる。図12(C)、図12(D)、図12(F)及び図12(H)に示された方法では、バーティション毎に相互独立性は保障されるが、特定大きさの単位のバケットに合せにくい。即ち、特定大きさのバケットに載せて伝送する場合、バーティションがバケットより小さい場合、その差だけのダミー(Dummy)情報を追加する必要がある。逆の場合には、バケット化することが出来ないため、これに対する別の処理方法及び付加情報が復号化器に提供されるべきである。従って、全体符号化効率が低くなり、複雑度及びコストが増加する問題がある。そして、図12(E)、図12(G)及び図12(Ｉ)に示された方法の場合、メッシュの連結性情報を提供する頂点グラフデータは前記方法と同様に処理されるが、メッシュにおいて三角形(多角形)の構成形態を提供するtt/td対は相互独立性を保障させながらもバーティションの大きさに応じて分けて処理できる。tt/td対のバーティションにはvq__id、viとbp情報が追加される。ここで、vq__idは復元するtt/td対に対応する頂点グラフを指定する指定子であって、図12(D)乃至図12(G)のように頂点グラフを束ねて処理する場合に使われる。viはtt/td対が多数個のバーティションに分けられた時、各バーティションの開始三角形におけるleft__indexとright__index値を指定する指定子であって、以前のバーティションが損失によって復元不可能な場合でも現在のバーティションを以前のバーティションとは独立して復元可能にするために提供される情報である。さらに、bpは頂点に対する位置、色相、法線、テクスチャー座標情報を符号化する方法を定義する1ビット表示子であって、tt/td対の各バーティション毎に定義される。また、図12(E)、図12(G)及び図12(Ｉ)に示された方法においてlblは分岐三角形においてバーティションが終わった場合にのみ選択的に使用されるように構成される。図12(A)乃至図12(D)、図12(F)及び図12(H)に示すように、連結成分単位でtt/td対を符号化しうる場合にはbpを1とし

て重畳が許容される方法で復元される。一方、図12(E)、図12(G)及び図12(I)に示されたように任意の1つの連結成分を構成するtt/td対が多数個に分割される場合には各バーティション毎にbp表示子を定義して復元させる。

前記式②を満たせばブランチの端を意味するのでltqを1で符号化することになる。

【００５４】このような構造を提供するためのデータ分割の方法は次の通りである。

1. 連結成分単位でデータを分割する方法

図12(C)及び図12(H)の場合であって、この方法は具現が簡単で連結成分間の大きさ差がなければ効率的である。しかし、連結成分のデータ大きさが均一でなく差が大きいと、データバーティションの大きさが一定しなくてこれに対する付加的なビットが発生して符号化効率を低下させる。一方、連結成分自体のデータ大きさが大きければ符号化効率を低下させるだけでなく、所定の大きさにバケット化できない。従って、この方法は伝送路や復号化器の性能に制約がない時のみ制限的に適用可能な方法である。一方、図12(A)、図12(B)、図12(D)及び図12(F)の場合も前記問題を有している。

【００５５】2. 小さい連結成分を合わせてデータを分割する方法

小さい連結成分を多く含むメッシュでは前記1の方法を適用することは符号化効率面で適切な方法ではない。従って、図12(A)及び図12(B)の場合のように小さい連結成分は所定の大きさのバーティションを満たすまで集めて一つのバーティション単位内で処理することが望ましい。この方法において、バーティションのヘッダ情報に特定の頂点グラフに対応するtt/td対を定義するための指定子(vq_id)を提供すべきである。

【００５６】3. 大きな連結成分をデータ分割する方法

前記1の方法を使用する場合、バケットより大きい連結成分を符号化することは制限的な環境でのみ可能であった。従って、本発明ではバーティション大きさに対する柔軟性とバーティションの相互独立性を全て満たすように、大きな1つの連結成分を分割しうるさらに一般的な符号化方法を提示する。図12(E)、図12(G)及び図12(I)は任意の大きな連結成分からtt/td対のみを再び多数個のバーティションに分割して符号化処理する方式を示す。図12(E)は図12(D)から、図12(G)は図12(F)から、図12(I)は図12(H)から各々変形された形態を示す。一方、図12(E)及び図12(G)は、図12(D)及び図12(F)でのように全体の頂点グラフに対する情報を復号化器で全て貯蔵すべきなのでコスト高となる短所を、図12(I)は、符号化効率面で小さな連結成分に対して負担が大きいとの短所を有している。

【００５７】さらに、この方法では特定の頂点グラフに対応するtt/td対を定義するための指定子(vq_id)とバーティションの開始三角形の境界ループインデックスを指定するための指定者(vi)及び幾何、色相、法線、テクスチャー座標情報等の符号化する方法を表示する表示子(bp)情報がバーティションヘッダ情報にさらに定義されるべき負担を有している。しかし、この方法はメッシュデータを損失から相互独立して容易に保護でき、バーティション化に伴う符号化損失も減らしうるさらに一般的な分割方法である。



＊【００５３】ltqは選択的方法で符号化される。即ち、現在のバーティションの情報がtt/td対の何れか１本のブランチの最後であれば1で符号化し、そうでなければ0で符号化する。これは訪問インデックス(visiting index)を用いて判断し、次のような公式を用いる。

right_index-left_index-1=現在のバーティションにおける三角形の数…②

【００５８】さらに、図13(A)は、tt/td対の分割時のビットストリームの構造を示す例である。この中で、垂直点線は分割された位置を表示したものであって三角形ツリーと三角形データとの相互関係を示す。図13(B)は前記方法を適用してデータを分割する過程を示した例を示す。図13(B)においてid情報は便宜上省略したが、開始コード(start code)に続いて定義される。以下、vqは頂点グラフ、tt/tdは三角形ツリー/三角形データ、ccは連結成分を各々略称する。図13(B)においてnは連結成分の個数、n'は連結成分を大きさに応じて再構成した場合の構成成分の個数である。再構成の方法は、

1. 連結成分の再合成(251段階)

小さな連結成分は合わせてデータバーティションの大きさの範囲に入るようにする。図13(B)では$cc_1$と$cc_2$を合わせて$cc'_1$を作る。一方、データバーティションを考慮してこの大きさに比べて大きなものは内部で分割して小さな仮想構成成分に分割する。図13(B)の例では$cc_3$を多数子の$cc'_2$、．．．．、$cc'_k$に分割した。

【００５９】2. vqとtt/td対の生成(252段階)

再構成した各構成成分に対してvqとtt/tdの対を作る。

3. vqとtt/td対の統合(253段階)

前記252段階で生成したvqとtt/td対を各々別に統合する。

4. vq情報の分割(254段階)

前記253段階で統合したvq情報を適切な大きさの単位にデータ分割する。

【００６０】5. tt/td対情報の分割(255段階)

前記253段階で生成したtt/td対情報を適切な大きさの意味のある単位に分割する。このような固定構造分割方法は図12(A)乃至図12(I)の各方式毎にその構造を支援しうる復号化器が全て必要なので、実際にシステムを構成する側面では複雑度とコスト面で不都合な面を有している。従って、一つの復号化器のみでも前記方式のビットストリームを全て適応的に復号化可能にするために本発明では可変構造分割方法を提示する。

【００６１】＜可変構造分割方法＞可変構造分割方法で

は固定構造分割方法で提供しないpt(partition type)情報、即ち現在のパーティションの分割された形態を指定する情報が追加され、図14(A)乃至図14(D)に示すように、総4種の構造に分類される。本発明で定義したptはs＊



＊c値によって定義され、scとpt値との関係は表1のようである。

【００６２】

【表１】

| ビット値 | 内容 |
|---|---|
| 0000 0000 0011 0001 | １つまたは多数個のvgを含み、このvgデータは他の１つまたは多数個のデータパーティションで使われる。 |
| 0000 0000 0011 0011 | tt/td情報のみを含み、この情報を復元する場合任意のvgにtt/td対を対応させるvg_idと三角形ストリームの開始点のviとbpをヘッダに含む。 |
| 0000 0000 0011 0100 | vg、tt/tdが一つのデータパーティションを形成し、vgは他の１つまたは多数個のデータパーティションで使われる。 |

可変構造分割方法はコストと複雑度面を考慮するための方法であって、次の事項を考慮する。

▲開始コード(start code) は選択的に適用されない。即ち、復号化器は現在のビットストリームの形態がどんなモードで符号化されたのかを知らない状態で復号化する。従って、開始コードを符号化器で符号化モードに応じて選別的に提供する場合、制限されたビットストリームのみを復元することになり、場合に応じては多種の復号化器を提供すべきである。これにより、コストと複雑度が増加する結果を招く。つまり、符号化器の符号化条件にも拘らず復号化するためには可変的な文法体系は排除すべきである。

【００６３】▲特定の１つの形態のみで符号化する場合、メッシュの特性や復号化器の特性により不要な情報が提供されるので符号化効率が低くなることがある。図14(A)乃至図14(D)は可変構造を支援しうる４つの文法モジュールを示した図面である。図14(C)は図12(A)乃至図12(I)において定義されたように、vq_idとltqを適応的に提供する文法を有する。即ち、図14(B)の文法においてvqが１つだけで構成される場合、復元過程でvqとtt/td対の対応関係が分かるのでvq_idの提供は不要である。ltqの場合、分割されたtt/td対が全体tt/td対のブランチの端部に該当される時のみこれを表示するために提供される。これに対する判別式は式⑫のようである。図14(A)はpt=0であり、任意の個数の連結成分でパーティションを構成する構造を示す。図14(B)はpt=1であり、任意の個数のvqだけでパーティションを構成する構造を示す。

【００６４】図14(C)はpt=2であり、一つの連結成分に対応するtt/td対のみをパーティションで構成する構造を示す。図14(D)はpt=3であり、一つの連結成分に対応するvqとtt/td対をパーティションで構成する構造を示す。従って、このような文法構造の組合は図12(B)を除※

※いた残り全ての形態の文法構造を支援しうる。即ち、図12(A)の場合にはpt=0で具現可能で、図12(I)の場合にはpt=1とpt=2の組合で具現可能である。従って、本発明では符号化効率側面を考慮してバケットの大きさに比べて相対的に小さな連結成分はpt=0を使用することによって１つのパーティション内に多数個の連結成分を集めて符号化し、バケットの大きさに比べて相対的に大きな連結成分の場合にはpt=1とpt=2またはpt=2とpt=3を使用して符号化する。また、伝送路や復号化器の能力側面を考慮する場合、これに適切に様々に組合わせられた多様な形態の文法も提供しうる。

【００６５】図15(A)乃至図15(D)は可変構造分割方法を適用した例である。図15(A)において、$cc_1$乃至$cc_3$は小さなメッシュなので、pt=0またはpt=3と定義して連結成分別に処理する。$cc_4$は大きなメッシュなので、tt/td対を多数個に分割してpt=3とpt=2を組合せた形態で処理する。さらに、$cc_4$の場合、図15(B)のようにpt=1とpt=2を組合せた形態でも処理しうる。また、図15(C)に示されたように、符号化効率を向上させるためにはメッシュデータに対して他の組合わせ構造に変形することもできる。図15(C)は$cc_1$乃至$cc_3$のメッシュデータはpt=0と定義した場合を示したものであって、全体メッシュデータを表現するために図15(C)と図15(A)が結合された形態または図15(C)と図15(B)が結合された形態でも表現しうる。但し、図15(C)の構造を提供するためには最後の連結成分を判別しうる条件が必要である。従来の方法では最後の連結成分を決定するためにlast_ccという１ビット表示子が使われるが、1なら最後の連結成分を意味する。従って、本発明ではlast_ccと類似した機能をするltq表示子とsc内に存するpt情報を用いて復元する連結成分の存否を次の通り判別しうる。

【００６６】

```
if(ltq==1)[
  if(pt==0)[
    if(next_2_bytes()==sc) 現在復元されたccはパーティション内の最後
のccである；
    else                   現在復元されたccは復元する最後のパーティショ
ンである；
```

31

]else
cである；
]else
cではない；

32

現在復元されたccはバーティション内の最後のc

現在復元されたccはバーティション内の最後のc

next__2__bytes()は復号化器においてビットストリームのうち2バイトのみ予め読出す関数である。図15(Ｄ)はpt=0、1、2を用いた実施例を示している。前記例から分かるように、可変構造分割方法は符号化環境に対する適応力に優れ、符号化効率やコスト面で固定構造分割方法より向上された方法である。

【００６７】＜tt/td対のデータ分割方法＞本発明では、tt/td対の分割のために以前バーティションの端部から最初に現れる分岐三角形の何れか一方のブランチの三角形情報が全て入力された後の位置(=メインブランチ)で、データ分割することを基本とする。図16はこのような例を示す。このようにメインブランチでtt/td対を分割することは、前述したように、Y-頂点のインデックスが決定できないと該当分岐三角形以降の三角形の復元及びレンダリングができないからである。しかし、この方法は最初に決まった訪問順序と実際のtt/td対の形態に応じて非効率的な場合が発生する。即ち、左側(或いは右側)ブランチコーディングが優先する場合、tt/td対の分岐三角形の左側（或いは右側）ブランチが非常に大きければ相変らずバケットの大きさを越え、Y-頂点のインデックスを決定することは分岐三角形以降の多量の情報、即ち一方ブランチの三角形数に対する情報が処理されるまで待たなければならない。

【００６８】従って、本発明では効率よくメッシュデータを分割する方法に対して３つの方法を提示する。本発明ではバケット内に１つ以上のバーティションが含まれることもある。しかし、ここでは一つのバケット内に一つのバーティションのみが含まれるという仮定下で説明する。第1方法は、図17に示すたように、ステップ300において取り込んだバケットの大きさ(=target)に対してバケット許容値(=t__rate)を設定して分割する方法であって、連結成分の単位で符号化するttの平均ビット発生量(=tt__mean)を求め、予め設定したバケット許容値(=t__rate)を満たす範囲内で実際にデータ分割を行う。図17において、ステップ310のtt__meanは連結成分別に計算したttの平均ビット量であり、ステップ320のtt__mean__td__bits$_i$はi番目の三角形が符号化された時vqとtt情報を除いた残り情報のビット発生量であり、ステップ320のcur__bitsはバケットの最初の三角形からi番目の三角形まで発生したビット発生量(tt__mean+td__bits$_i$)を全て合せた値である。従って、i番目までの総ビット発生量(cur__bits) が許容されたバケット大きさ(=t__rate*target)を満たすと(ステップ330)、データ分割を行ってコーディングし(ステップ340)、そうでなければ次の(i+1)番目の三角形の符号化を進行させる(ステップ350)。全てのメッシュが全て符号化されるまでかかる過程を繰返して行うことによってバーティション化がなされる。

【００６９】ここで、考慮すべき点はメインブランチ上に存する分岐三角形における分割決定方法である。即ち、基本的な分割位置はY-頂点の問題を考慮するためにメインブランチ上でのみ定義されるという仮定の下で、方向性情報により分岐三角形に続いて符号化されると選択された従属ツリーを、分岐三角形が含まれたバケット内に含めて符号化するか否かを決定すべきである。これを決定するために本発明では、符号化する従属ツリーを予め符号化する方法を使用する。即ち、予め符号化した時、従属ツリーの符号化中にそのバケットが符号化されたデータで完全に満ちた場合、メインブランチから分割するという基本条件を違背するために、図18(Ｃ)のように以前の分岐三角形で分割を行い、従属ツリーまで符号化された総ビット発生量がバケットの大きさより小さい場合には、図18(Ａ)または図18(Ｂ)のような形態で従属ツリーをバケットに含めて符号化する。

【００７０】第2方法は、バケット許容値に到達しなかったが、符号化する次の三角形が分岐三角形であり、分岐する従属ツリーから発生すると予測されるビット量と現在のバーティションから発生したビット量との和がバケットの大きさを越えると判断されれば分割を行う。これを詳しく説明すれば次の通りである。

1. 各連結成分の最初のバーティションで符号化されたビット数(cur__bits)を貯蔵する。

【００７１】2. ターゲットビット(target bit)に到達しなかったが、次の三角形が分岐三
角形ならば、次の三角形における従属ツリーの大きさ(nst)を求める。3. 現在のバーティションで今まで符号化された三角形の頂点数(cur__ng)を求める。
4. cur__ng+nst+2>ngであれば分割するが、次の通り分割を行う。

【００７２】(1) 従属ツリーから発生するビット予測量がバケットより大きければ次の分岐三角形までのみ含んで分割をする。即ち、nst+2>ngなら図18(Ｃ)のように次の分岐三角形のみを含んで分割し、(2)そうでなければ現在の三角形で分割する。第3方法は、バケット許容値を設定せず、常に次に符号化するメッシュの１つのバケット単位を予め符号化し、バケットの大きさを満たす時の三角形の総数を計算した後、この三角形の個数情報を用いて実際のバケット単位のビットストリームを構成する方法である。この方法でも前記方法で考慮した従属ツリーをバケット内に含むか否かの決定方法を同一に適用する。

【００７３】一方、前述したような方法でメッシュデー

タをパーティション化する時さらに考慮すべき２つの事項がある。第1、Y-頂点の計算に伴う復号化時の遅延時間の発生問題であり、第2、分割されたデータ間の独立性保障問題である。本発明では、第1問題に対しては前述したように仮想連結成分を設定する方法により遅延時間を最小化させ、第2問題に対しては後述するように方向性(orientation)情報、バウンディングループインデックス(vi)情報と三角形エッジ(polygonedge)情報をバケット単位で定義して解決する。

【００７４】＜仮想連結成分を用いたY-頂点処理方法＞ tt/td対の分割されたデータ間の相互独立性を保ちながらY-頂点を処理するために２つの方法が用いられる。第1方法は最も簡単な方法であって分割されたデータの長さとY-頂点情報を復号化器に送ることであり、第2方法はtt/td対の特性に応じて分割したデータを仮想連結成分として定義する方法である。第1方法によれば、全体メッシュの長さと分割されたメッシュの長さとが、復号化時に分かるので、復元されるメッシュの構造が推定でき、さらに、Y-頂点の情報も分かって漸進的なレンダリングが行える。しかし、これら付加情報によって符号化効率が劣る短所がある。

【００７５】第2方法の仮想連結成分を定義する方法において、2進ツリーで構成されるtt/td対は、式❸のようにブランチとリーフの個数で連結成分を定義するが、分割されたメッシュデータに式❸を満たすように仮想ビットを定義すれば仮想連結成分を構成しうる。この際、パーティションの開始位置は、常に2進ツリーのメインブランチのうちランでのみ発生するように構成する。これはY-頂点に対した処理を容易にするための条件であって、例えばメインブランチでない所で分割を行うと、前述したY-頂点の問題が発生し、Y-頂点の処理のための追加情報が提供されるべき、或いは復元及びレンダリングをパーティション単位別に行えない問題が発生する。

【００７６】ブランチ数＋１＝リーフの数…❸

仮想ビットを定義する方法は２つの場合に分けて定義しうる。

1．ランやリーフでパーティションが終わる場合

式❸を満たすために(trun、tleaf)に(1、1）の１つの仮想ビット対を追加する。

【００７７】2．ブランチでパーティションが終わる場合

式❸を満たすために(trun、tleaf)に(1、1）の二つの仮想ビット対を追加する。さらに、ブランチでパーティションが終わり、頂点毎に(per vertex)幾何、色相、法線、テクスチャー座標情報を処理する場合、分岐三角形の最後の三角形に対するこれらの情報は符号化しない。これは、現在のパーティションの分岐直前の三角形と、＊right_index-left_index-1>現在のパーティションのtt情報のみを復元した時発生した三角形の総数…❹

2．ブランチにおける仮想ビットの有無判別



＊次に符号化するパーティションのルート三角形のインデックス情報により決定されるY-頂点インデックスとにより分岐三角形の復元ができるからである。但し、次に符号化するパーティションに損失が発生する場合、現在のパーティションの最後に現れる分岐三角形は復元できないとの短所がある。前記問題は分岐三角形の両側ブランチから派生される二つの従属ツリーのうち、任意の１つの従属ツリーの総大きさ情報(lbl)を、tt/td対の情報に含めて復号化器に伝送することで解決しうる。これはlbl値を用いて、次に復元するパーティション情報無しで分岐三角形のY-頂点インデックスが計算できるからである。一方、フェース毎またはコーナー毎に符号化する場合には、Y-頂点インデックスに依存しないために、全ての場合に対して符号化が行われる。図18(Ａ)乃至図18(Ｃ)は仮想連結成分を構成する概念図である。図18(Ａ)はリーフでパーティションが終わる場合、図18(Ｂ)はランでパーティションが終わる場合、そして図18(Ｃ)はブランチでパーティションが終わる場合の仮想三角形を示しており、▲表示の仮想三角形は仮想ビットで表される。

【００７８】一方、図18(Ａ)において、分岐三角形以降に直ちにリーフ三角形が出た形態で分割されると、図18(Ｃ)のようなツリー構造となる。この場合、復号器では図18(Ａ)と図18(Ｃ)の形態を区分できなくなるため、符号化部ではツリーブランチにおける端部を除いては、分岐三角形の直後のリーフ三角形で分割が発生しないようにすべきである。こうして復号部では、図18(Ａ)と図18(Ｃ)の形態を区分するための他の情報無しで全ての三角形に対する復号化が可能となる。

【００７９】従って、メインブランチでのみ分割するという基本条件下では、従属ツリーが大きな場合にはバケット化できない問題があったが、前記方法のように仮想連結成分を構成する方法を使用すれば、従属ツリーを多数個の相互独立した仮想連結成分で構成でき、全ての場合に対してバケット化しうるという付加的な長所が発生する。

【００８０】さらに、かかる方法で仮想連結成分を構成して符号化した場合、復号化器で仮想ビットを判断する方法は次の通りである。

1．ランとリーフにおける仮想ビットの有無判別

式❹を満たすと仮想ビットが存在し、そうでなければ存在しない。図18(Ａ)と図18(Ｂ)のように、符号化された三角形のうち最後から３番目の三角形が分岐三角形でなく式❹を満たすと、(trun、tleaf)で(1、1)対の仮想情報のみ発生したと判断し、仮想三角形に対してはtdデータを復号化しない。

【００８１】

図18(Ｃ)のように分岐三角形から分割された場合、仮想

リーフ三角形が二つ加えられる。従って、ttデータの最後から三番目の三角形が分岐三角形であり式④を満たすと、(trun、tleaf)で(1、1)の二対の仮想ビット情報が存在するので、最後の2つのリーフ三角形に対してはtdデータは復号化しない。

【００８２】<多角形メッシュにおけるデータ分割>位相幾何学的サーザリでは、多角形で構成されたメッシュ情報をコーディングするために、まず多角形情報を三角形に再構成する。図19は、この例を示すが、実線は元多角形メッシュの実際エッジ、点線は多角形を三角形に分割するために加えられた仮想エッジを示す。多角形を三角形に分割するために仮想エッジが加えられるが、これを復号化器で元の多角形に復元するためには、仮想エッジを除去するための情報が復号化器に伝送されるべきである。この情報を多角形エッジ(polygon edge)情報と称する。１つの三角形当り１つの多角形エッジ情報が伝送される場合、1なら実際エッジを、0なら仮想エッジを表す。

【００８３】従来の方法では、メッシュに含まれた多角形を三角形メッシュ化した後、最初の三角形を除いた全ての三角形の数だけ多角形エッジ情報を発生させる。ここで、符号化器は最初の三角形を実際エッジとして設定するので、復号化器では最初の三角形の多角形エッジ情報を1と仮定して復元させる。しかし、図20(Ｂ)のように、三角形でない多角形の内部でパーティション化のためにデータを分割させるべき場合、従来の方法下ではメッシュ情報が復元できない問題が発生する。また、これによってバケットの大きさを満たすようにメッシュデータを分割するに当って、制約となって符号化効率を低下させる要因となる。

【００８４】従って、１つのパーティションが仮想エッジ上で始まる場合には、パーティション内に定義される多角形エッジ情報をパーティションの最初の三角形に対しても定義しなければ、前記制約及び短所が無くせない。図20(Ｄ)及び図20(Ｅ)でttは三角形ラン情報、tmはマーチ情報、peは多角形エッジの情報、下添字はttに該当する同一順序におけるtmとpeを、nは三角形の個数を意味する。

【００８５】図20(Ｄ)は多角形メッシュを実際エッジ上でのみ分割する場合の文法であって、図20(Ｃ)が対応され、図20(Ｅ)は多角形メッシュを仮想エッジ上で分割することが許容される場合の文法であって、図20(Ｂ)の場合が対応される。従って、本発明では実際エッジで分割することを基本とするが、場合に応じて多角形の内部で分割されても復元可能にする文法を提供する。これに各パーティションにおける多角形エッジの処理は、次のようにパーティションの形態情報ptを用いたり、メッシュ内の多角形の存否情報（triangulated）とpolygon__edge情報を用いる方法で定義しうる。

【００８６】１．パーティションの分割された形態情報ptに応じる処理方法

(1) 第0パーティション類型(pt=0)の場合、最初の多角形エッジ値はコーディングしない。

(2) 第2パーティション類型(pt=2)であり、パーティション内のメッシュに１つ以上の多角形が存在する場合(triangulated=0)にのみ最初の多角形エッジ値をコーディングする。

【００８７】2. triangulatedとpolygon__edge情報に応じる処理方法

(1) 実際エッジ上で分割する場合パーティション内の最初の多角形エッジ値はコーディングしない。

(2) 仮想エッジ上で分割を許す場合パーティション内の最初の多角形エッジ値をコーディングする。

【００８８】ここで、任意の多角形で実際エッジと仮想エッジとの判別は次のような条件式によって定義される。

if(triangulated==1)実際エッジ
else if(polygon__edge==0)仮想エッジ
else　　実際エッジ

従って、復号化器ではtriangulatedが0の場合、最初の多角形エッジ値(polygon__edge)を無条件復元してその値が0なら最初の多角形エッジ値として、1なら２番目の多角形エッジ値として指定する。

【００８９】triangulatedという情報は１つのパーティション内のメッシュに多角形が１つ以上存在すれば0、そうでなければ1を表示してパーティション単位で1ビット情報を構成する。

<方向性情報によるデータ分割方法>前述した方向性情報の必要性及び定義方法はデータを分割する場合にも同一に適用される。但し、ここでさらに考慮すべき事項は、前述した仮想連結成分を用いる場合、従属ツリーにおいても分割しうるために、以前パーティションに損失が発生して復元されない場合、復元する現在のパーティションのメッシュがメインブランチに連結されたものか、サブブランチに連結されたものかが判断できないという点である。従って、バウンディングループインデックスの計算エラーが誘発され、復元及びレンダリングがなされない問題が発生しうる。

【００９０】従って、本発明では、方向性情報を実際メッシュの連結成分内で定義する方法と同一な方法で仮想連結成分内でも全て定義することによって仮想連結成分内で独立して復元及びレンダリング可能にする。

<バウンディングループ情報(vi)を含むデータ分割方法>バウンディングループ情報には実際頂点の幾何情報に対するインデックス値がマッピングされており、バウンディングループのインデックスがわかるだけでマッピングされた三角形の頂点の実際座標値がわかる。従って、損失が発生したパーティションの再伝送がない場合、図9のように、次に復元するパーティションは、パーティションの開始位置に存する三角形に対するバウンディン

グループインデックス情報がわからないので復元できない。このような非効率性を防止するためにはそれぞれのパーティションが独立して復元及びレンダリング可能にすべきである。このためには各パーティション内の最初の三角形が始まるバウンディングループ上における開始位置値を必ず指定すべきである。

【００９１】復号化器でメッシュを復元する過程中、vqは次に復元する三角形の各頂点値をバウンディングループというテーブルに貯蔵させるのに使われる。この際、各三角形の頂点のインデックス値は、図21のように、開始位置にある三角形の頂点のインデックス値を1だけ増減した値でテーブルに貯蔵される。従って、パーティションの最初の三角形の頂点のバウンディングループにおけるインデックスのみ決定できるなら、次に復元する残り三角形の頂点は最初の三角形の頂点のバウンディングループインデックスから1だけ増減させて決定しうる。

【００９２】従って、本発明ではパーティションの最初の三角形の頂点のバウンディングループインデックスのみを各該当パーティション毎に指定することによって、それぞれのパーティションに対する独立性を保障可能にする。さらに、本発明で定義したviは、図9のように、左側インデックス及び右側インデックスの２種のインデックス情報で構成される。これに対するビットストリームの構成は図22のようである。図22においてL(left index）は三角形ストリップの左側境界上の最初の頂点のバウンディングループにおけるインデックス、R(right index）は右側境界上の最初の頂点のバウンディングループにおけるインデックスを意味する。

【００９３】一方、ビットストリームがCDのような貯蔵媒体を通じて順次に受信されたり、復元される場合にバウンディングループのインデックスは連結成分(cc)別に0から始めてバウンディングループの大きさの間に存在するので、各パーティションのヘッダ部分に与えるインデックス値もその間の値で定義すればよい。これはバウンディングループとtt/td対情報とが正確に一対一の対応関係であり、常にvqに続いてtt/td対の順に符号化されるために可能となる。しかし、伝送媒体の特性に応じては、伝送遅延による送信順序及び受信順序が異なる場合が発生したり、ビットストリームの損失が発生することもある。こういう場合、tt/td対と対応されるvq情報が順次に受信または復元されると保障できないために、この場合に限ってはインデックス値を他の方式で指定する必要がある。図21は、多角形メッシュが多数個の連結成分を有する場合のバウンディングループとtt/td対との関係を示す。ここで、最初の列は連結成分別にバウンディングループに独立してインデクシングする場合、２番目の列は現在のバウンディングループのインデクシングを以前バウンディングループの最後の値に連続して増加させる場合を示す。図23(Ａ)及び図23(Ｂ)は、この２つの場合に対してインデックス情報を指定する方法の差



を示す。例えば、最初の連結成分のバウンディングループの大きさがn1、２番目の連結成分のバウンディングループの大きさがn2の場合、２番目の連結成分のパーティションのためのインデックス値は、図23(Ａ)及び図23(Ｂ)のように、２つの方式でインデックス情報がヘッダに与えられる。図23(Ａ)は連結成分別バウンディングループインデクシングを行う場合のパーティションのヘッダ情報を示し、図23(Ｂ)はメッシュ全体に亙ってバウンディングループインデクシングを行う場合のパーティションのヘッダ情報を示す。

【００９４】＜幾何情報を考慮したデータ分割方法＞今まではデータパーティションを、モデルの連結情報を中心に本発明を説明した。ここでは幾何情報のパーティション間相互独立性保障と符号化効率を向上させうる方法に対して記述する。データの分割時、各三角形の頂点が以前パーティションに含まれた三角形の頂点と接している場合、その幾何情報が既に符号化されたのか否かに関する情報が必要である。これはvisited表示子により定義されるが、visitedが1なら既に符号化された場合を、0なら符号化されていない場合を示す。一般に、以前パーティションと現在のパーティションの両方ともに用いられる幾何情報は２つのパーティションの境界から現れ、現在のパーティションを符号化する場合、以前パーティションの境界に位置した幾何情報は全てvisited=2で定義されている。このような点を考慮すれば次のような符号化方法が可能である。

【００９５】1. 図24(Ａ)のように、現在のパーティションでは以前パーティションにより訪問されない幾何情報に対してのみ符号化する方法。

2. 図24(Ｂ)のように、以前の他のパーティションでコーディングされた情報を、現在のパーティションで重畳して符号化することによって、以前パーティションと独立して現在のパーティションのみでも幾何情報を復元可能にする方法。

【００９６】3. 図24(Ｃ)のように、以前の他のパーティションで既に符号化された幾何情報のうち、現在のパーティションで新たに現れる多数個の幾何情報と連結されて現れる重要な幾何情報に対してのみ重畳して符号化する方法。

4. 図24(Ｄ)のように、以前パーティションと現在のパーティションに重畳されて現れる幾何情報は、一般に三角形ストリップの一方の境界面で連続されて現れるので、重畳されるデータをサンプリングして重畳されるデータの半分は以前パーティションで、残り半分は現在のパーティションで符号化する方法。

【００９７】図24(Ａ)乃至図24(Ｄ)において、陰影円は既に訪問された幾何情報、黒円は以前パーティションと現在のパーティションで重畳符号化される幾何情報であり、白円はまだ訪問されていない幾何情報を意味し、太線はパーティションの境界を示すものである。このよう

な方法は各々次のような長短所を有している。

【００９８】▲1の方法は具現が容易で符号化効率は良いが、予測する周辺幾何情報が他の方法に比べて相対的に少ないため正確度が劣る恐れがある。

▲2の方法は具現が容易で周辺の全ての幾何情報が参照できて正確度は相対的に高いが、重畳して符号化することによって符号化効率面では最も劣る。

▲3の方法は圧縮率を保ち、幾何情報の損失も小さいが、境界面の周辺における連結情報の特性を予め把握すべきなので具現しにくく、複雑度も増加する。

【００９９】▲4の方法は2の方法の短所は補完できるが、レンダリングにおいて遅延時間が発生する。これは1、2、3の方法はそれ自体のみで即時に復元及びレンダリング可能であるが、4の方法は略された値を周辺の幾何情報を用いて補間するか、それとも次のバーティションが復元されてからこそレンダリングしうるからである。

【０１００】一方、1、2の方法は、実際にデータを分割する時、各バーティション毎に適応的に適用させうる。即ち、符号化効率及びバーティション間相互独立性の保障を考慮して、データ分割の開始と終了位置がメインブランチにあるバーティションは、以前に符号化されたバーティションから訪問情報が正確に分かるために1の方法で、データ分割の開始と終了位置が従属ツリーにあるバーティションは、以前バーティションに損失が発生して復元できなかった場合、訪問情報がわからないために2の方法を適用してバーティション化しうる。本発明で＊



＊は各、バーティションのヘッダ情報に前述した幾何情報符号化方法に関する情報を提供するが、前記1と2の方法のみを適応的に適用する場合、1ビットの境界予測(boundary prediction)表示子bpを用いて0なら1の方法で、1なら2の方法で幾何情報が符号化されたバーティションであることを表示する。図24(Ｅ)は境界予測表示子がヘッダ情報に含まれた構造の文法を示す。

【０１０１】＜位置情報の予測符号化方法＞メッシュの予測符号化方法は、任意の１つの頂点の位置情報(=d)を、既に符号化された隣接した三角形の三つの頂点(a、b、c)の位置情報を用いて予測(=d')し、予測値と実際値との差を符号化して符号化効率を高めることを目的とする。このような予測方法は式⑤のように定義されうる。

【０１０２】d' = f（a、b、c）…⑤

一方、このような位置情報の予測方法はbp値によってその方法を変えるべきである。これは予測に用いられる隣接した三角形の三つの頂点を利用するか否かが境界予測の方法に応じて変わるために、バーティション単位の独立的復元を全ての方法に対して保障できないからである。従って、本発明ではbp値が1の場合、即ち重畳が許容される場合には、周辺隣接頂点のvisited情報のみを用いて既存の方法と同一に予測符号化方法を適用させ、bp値が0の場合、即ち重畳が許容されず自体バーティション内の位置情報のみで予測符号化を行うべき場合には式⑥のように予測符号化を行わせる方法を提示する。

【０１０３】

```
if(a,b,cを全て利用できない場合)d'=0
    else if(a,b,cのうち１つのみ利用できる場合)d'=t
    else if(a,b,cのうち２つのみ利用できる場合)[
        if(頂点二つのそれぞれの距離がdに対して1の場合)d'=(t1+t2)/2
        else if(１つの頂点(=t1)距離のみdに対して1の場合)d'=t1
            else                                    d'=t2
    ]else                                           d'=f(a,b,c) …⑥
```

ここでtはa、b、cの三つの頂点のうち利用可能な任意の１つの頂点を、t1とt2はa、b、cのうち利用可能な二つの頂点を意味する。

【０１０４】＜幾何情報及び画像情報のビットストリーム構成及び処理方法＞幾何情報と色相情報、法線情報及びテクスチャー座標などの画像情報を符号化する方式は次の通りである。まず、図25(Ａ)のように、１つの三角形のマーチビットが現れる度に関連した特性情報を符号化する方式であって、復号化器でマーチビットと多角形エッジ情報を各々１つずつ復元すれば、直ちに三角形のレンダリングが可能になる特徴がある。他の方法は１つのデータバーティション内に現れる全ての特性情報を、図25(Ｂ)のように情報特性別に分離して符号化する方法である。

【０１０５】図26はかかる文法下で実際に画像情報を符号化するための流れ図である。図26によれば、幾何情報符号化方法としては図24(Ａ)と図24(Ｂ)に示された方式を混用し、図25(Ａ)の文法体系を用いる方式を示したものである。図26は、多角形3次元モデルをバーティション単位で分割して符号化する全体的な順序図である。

【０１０６】1. 境界予測方法を決定する(401段階)。即ち、図24(Ａ)方式で符号化するか、図24(Ｂ)の方式で符号化するかを決定する。

2. ルート三角形（バーティションにおいて最初に現れる三角形）を符号化する(402段階)。

3. ルート幾何情報を符号化する(403段階)。

【０１０７】4. 次の三角形が存在すれば(404段階)、次の三角形に移動した後(405段階)、次の頂点に移動する(406段階)。

5. 三角形の各頂点に対して以前バーティションで訪問されたのかを判断し(407段階)、符号化されなかったら現在のバーティションで符号化されたのかを判断し(409

段階)、符号化されなかったらこれを符号化する(410段階)。

【０１０８】6. 頂点が以前パーティションで符号化されたり、或いはbp値が1なら(408段階)、この値が現在のパーティションで既に符号化されたかを判断し(409段階)、符号化されていないと符号化する(410段階)。

7. 前記405段階乃至410段階の過程を最後の三角形を符号化するまで反復処理する。

【０１０９】以下、本発明に係る漸進的な三次元メッシュ情報及び損失に対する弾力性を具現するための符号化文法の一例を示す。3次元メッシュに対する圧縮されたビットストリームは、図27に示すように、グローバル情報を有するヘッダデータブロックとこれに従って各々3次元メッシュの一つの連結成分に関連した一連の連結成分データブロックで構成されている。

【０１１０】もし、3次元メッシュがエラー回復的なモードで符号化されると、連結成分データブロックは図28に示すように、パーティションにグループ化または分割される。各連結成分データブロックは図29に示すように、頂点グラフレコード、三角形ツリーレコード及び三角形データレコードの３つのレコードで構成される。

【０１１１】三角形ツリーレコードはsimple多角形を形成する、対応する連結成分の全ての三角形をリンクする三角形スパニンググラフの構造を有する。多角形メッシュはビットストリームにおいて三角形に分割された形態で表現されるが、それは本来のフェースを再生するのに必要な情報も有する。頂点グラフレコードは現在の連結成分だけでなく、以前に復号化された連結成分内で本来の連結情報を再生するためのsimple多角形の境界エッジの対をステッチするのに必要な情報を有する。その連結情報は(連結成分当りの)グローバル情報と(三角形当りの)ローカル情報とに分割される。グローバル情報は頂点グラフと三角形ツリーレコードに貯蔵される。ローカル情報は三角形データレコードに貯蔵される。三角形データは図３０に示すように、三角形単位に基づいて整列されるが、三角形の順序は三角形ツリーの訪問(traverse)により決定される。

【０１１２】与えられた三角形に対するデータは図３１＊



＊のように構成される。マーチパターン、td__orientation及びpolygon__edgeは三角形単位の連結情報を構成する。他のフィールドは頂点座標(coord)及び選択的に法線(normal)、色相(color)及びテクスチャー座標(texCoord)情報を再生するための情報を有する。

【０１１３】以下、図32～図72の符号化文法の一例に含まれた各項目に対して具体的に説明する。

▲3D__Mesh__Object

3D__MO__start__code：これは同期の目的として用いられる長さ16ビットの唯一のコードである。このコードの値は常に'0000 0000 0010 0000'である。

▲3D__Mesh__Object__Layer

3D__MOL__start__code：これは同期の目的として用いられる長さ16ビットの唯一のコードである。このコードの値は常に'0000 0000 0011 0000'である。

【０１１４】mol__id：この8ビットの符号無しの整数は段階別メッシュ(mesh object layer：MOL)に対する唯一の識別子を示す。値0はベース段階(base layer)を示し、0より大きな値は精錬段階(refinement layer)を示す。3D__Mesh__Object__Header後の最初の3D__Mesh__Object__Layerはmol__id=0、同一な3D__Mesh__Objectを有する以降の3D__Mesh__Object__Layerはmol__id>0になるべきである。

【０１１５】cgd__n__verticesは3次元メッシュの現在の解像度における頂点の個数である。計算の簡略化のために使われる。cgd__n__trianglesは3次元メッシュの現在の解像度における三角形の個数である。計算の簡略化のために使われる。cgd__n__edgesは3次元メッシュの現在の解像度におけるエッジの個数である。計算の簡略化のために使われる。

【０１１６】▲3D__Mesh__Object__Base__Layer

3D__MOBL__start__code：これは同期の目的として用いられる長さ16ビットの唯一のコードである。またエラー弾力性のために用いられるパーティションの３つの他類型を示すために使われる。

【０１１７】

【表２】

パーティション類型の定義

| 3D_MOBL_start_code | パーティション類型 | 意味 |
|---|---|---|
| 0000 0000 0011 0001 | partition_type_0 | vg,tt及びtdの1つ以上のｸﾞﾙｰﾌﾟ |
| 0000 0000 0011 0011 | partition_type_1 | 1つ以上のvg |
| 0000 0000 0011 0100 | partition_type_2 | 1つのtt及びtd対 |

mobl__id：この8ビットの符号無し整数はメッシュ客体成分(mesh object component)に対する唯一の識別子を示す。

one__bit：このブール値(boolean value) は常に真である。

【０１１８】last__component：このブール値はさらに復号化する連結成分の存否を示す。もし、last__component が真であれば、最後の成分は復号化された。そうでなければ、復号化する成分がさらに存在する。このフィールドは算術符号化される。

codap__last__vg：このブール値は現在のvgがパーティションにおける最後のvgなのかを示す。パーティションに復号化されるべきvgがさらに存在すれば、偽となる。

【０１１９】codap__vg__id：この符号無し整数はtt/td

対が使用すべき頂点グラフの識別子を示す。この値の長さのlog_vgid_lenは以前のpartition_type_1から復号化されたvgのvg_numberのログスケール値である。もし、以前のpartition_type_1に一つのvgのみが存在すれば、codap_vg_idは符号化されない。

codap_left_bloop_idx：この符号無し整数はパーティションから三角形ストリップを再生するための境界ループテーブルにおける左側開始インデックスを示す。この値の長さのlog_bloop_lenは境界ループテーブルの大きさ値をログスケールした値である。

【０１２０】codap_right_bloop_idx：この符号無し整数はパーティションから三角形ストリップを再生するための境界ループテーブルにおける右側開始インデックスを示す。この値の長さのlog_bloop_lenは境界ループテーブルの大きさ値をログスケールした値である。

codap_bdry_pred：このブールフラグは二つ以上のパーティションにおいて共通の幾何情報及び画像情報をどのように予測するかを示す。もし、codap_bdry_predが'1'ならば全ての共通情報が現在のパーティションで予測され、そうでなければ共通情報はただ１つのパーティションでのみ予測される。

【０１２１】▲3D_Mesh_Object_Header

ccw：このブール値は復号化されるフェースの頂点順序が逆時計回り方向の順序を従うか否かを示す。

convex：このブール値モデルが凸状なのか否かを示す。＊



＊solid：このブール値はモデルが堅固なのか否かを示す。

【０１２２】creaseAngle：この6ビットの符号無し整数はクリース角(crease angle)なのか否かを示す。

▲coord_header

coord_binding：この2ビットの符号無し整数は3次元メッシュに対する頂点座標の結合を示す。唯一に許容される値は'01'である。

【０１２３】coord_bbox：このブール値は幾何情報に対してバウンディングボックス(bounding box)が提供されるか否かを示す。バウンディングボックスが提供されないと、デフォルトが使われる。

coord_xmin、coord_ymin、coord_zmin：この浮動小数点値は幾何情報が置かれたバウンディングボックスの左下コーナーを示す。

【０１２４】coord_size：この浮動小数点値はバウンディングボックスの大きさを示す。

coord_quant：この5ビットの符号無し整数は幾何情報に対する量子化ステップ(quantization step)を示す。

coord_pred_type：この2ビットの符号無し整数はメッシュの頂点座標を再生するために用いられる予測の形態を示す。

【０１２５】

【表３】

coord_pred_typeに対して許容可能な値

| coord_pred_type | 予測類型 |
|---|---|
| 00 | no prediction |
| 01 | forbidden |
| 10 | parallelogram prediction |
| 11 | reserved |

coord_nlambda：この2ビットの符号無し整数は幾何情報を予測するために用いられる先祖(ancestor)の個数を示す。coord_nlambdaに対して許容可能な値は3である。表4はcoord_pred_typeの機能として許容可能な値※

※を示す。

【０１２６】

【表４】

coord_pred_typeの機能としてcoord_nlambdaに対して許容可能な値

| coord_pred_type | coord_nlambda |
|---|---|
| 00 | not coded |
| 01 | 3 |

coord_lambda：この符号無し整数は予測のための先祖に与えられる加重値を示す。このフィールドにおいて用いられるビット数はcoord_quant+3と同じである。

【０１２７】▲normal_header

normal_binding：この2ビットの符号無し整数は3次元 ★

40★メッシュに対するノーマルの結合を示す。許容可能な値は表5に記述される。

【０１２８】

【表５】

normal_bindingに対して許容可能な値

| normal_binding | binding |
|---|---|
| 00 | not bound |
| 01 | bound per vertex |
| 10 | bound per face |
| 11 | bound per corner |

normal__bbox:このブール値は常に偽('0')でなければならない。

normal__quant：この5ビットの符号無し整数はノーマルに対して用いられる量子化ステップを示す。

＊【０１２９】normal__pred__type：この2ビットの符号無し整数はどのように法線値が予測されるかを示す。

【０１３０】

＊【表６】

normal_pred_typeに対して許容可能な値

| normal_pred_type | 予測類型 |
|---|---|
| 00 | no prediction |
| 01 | tree prediction |
| 10 | parallelogram prediction |
| 11 | reserved |

【０１３１】

※ ※【表７】

normal_bindingとnormal_pred_typeの許容可能な結合

| normal_binding | normal_pred_type |
|---|---|
| not bound | not coded |
| bound per vertex | no prediction,parallelogram prediction |
| bound per face | no prediction,tree prediction |
| bound per corner | no prediction,tree prediction |

normal__nlambda：この2ビットの符号無し整数はノーマルを予測するために用いられる先祖の個数を示す。normal__nlambdaに対して許容可能な値は1、2、3である。表8はnormal__pred__typeの機能として許容可能な値を示す。

★

【０１３２】

【表８】

★

normal_predictionの機能としてnormal_nlambdaに対する許容可能な値

| normal_pred_type | normal_nlambda |
|---|---|
| no prediction | not coded |
| tree prediction | 1,2,3 |
| parallelogram prediction | 3 |

normal__lambda:この符号無し整数は予測のための先祖に与えられる加重値を示す。このフィールドにおいて用いられるビット数はnormal__quant+3と同じである。

【０１３３】▲color__header

color__binding：この2ビットの符号無し整数は3次元メッシュに対する色相の結合を示す。許容可能な値は表9に記述される。

☆

【０１３４】

【表９】

color_bindingに対して許容可能な値

| color_binding | binding |
|---|---|
| 00 | not bound |
| 01 | bound per vertex |
| 10 | bound per face |
| 11 | bound per corner |

color__bbox:このブール値は色相に対してバウンディングボックスが与えられるか否かを示す。

color__rmin、color__gmin、color__bmin：この浮動小数点値はRGB空間内のバウンディングボックスの左下側コーナーの位置を示す。

【０１３５】color__size：この浮動小数点値は色相バウンディングボックスの大きさを示す。

color__quant：この5ビットの符号無し整数は色相に対して用いられる量子化ステップを示す。

color__pred__type：この2ビットの符号無し整数はどのように色相が予測されるかを示す。

【０１３６】

【表１０】

47 48

normal_pred_typeに対して許容可能な値

| color_pred_type | 予測類型 |
|---|---|
| 00 | no prediction |
| 01 | tree prediction |
| 10 | parallelogram prediction |
| 11 | reserved |

【０１３７】 ＊ ＊【表１１】

color_bindingとcolor_pred_typeの許容可能な結合

| color_binding | color_pred_type |
|---|---|
| not bound | not coded |
| bound per vertex | no prediction,parallelogram prediction |
| bound per face | no prediction,tree prediction |
| bound per corner | no prediction,tree prediction |

color__nlambda：この2ビットの符号無し整数は色相を予測するために用いられる先祖の個数を示す。color__nlambdaに対して許容可能な値は1、2、3である。表12はc※

※olor__pred__typeの機能として許容可能な値を示す。

【０１３８】

【表１２】

color_predictionの機能としてcolor_nlambdaに対する許容可能な値

| color_pred_type | color_nlambda |
|---|---|
| no prediction | not coded |
| tree prediction | 1,2,3 |
| parallelogram prediction | 3 |

color__lambda：この符号無し整数は予測のための先祖に与えられる加重値を示す。このフィールドにおいて用いられるビット数はcolor__quant+3と同じである。

【０１３９】▲texCoord__header

texCoord__binding：この2ビットの符号無し整数は3次 ★

★元メッシュに対するテクスチャーの結合を示す。許容可能な値は表13に記述される。

【０１４０】

【表１３】

texCoord_bindingに対して許容可能な値

| texCoord_binding | Binding |
|---|---|
| 00 | not bound |
| 01 | bound per vertex |
| 10 | forbidden |
| 11 | bound per corner |

texCoord__bbox：このブール値はテクスチャーに対してバウンディングボックスが与えられるか否かを示す。

texCoord__umin、texCoord__vmin：この浮動小数点値は２次元空間内のバウンディングボックスの左下側コーナーの位置を示す。

【０１４１】texCoord__size：この浮動小数点値はテクスチャーバウンディングボックスの大きさを示す。 ☆40

☆texCoord__quant：この5ビットの符号無し整数はテクスチャーに対して用いられる量子化ステップを示す。

texCoord__pred__type：この2ビットの符号無し整数はどのように色相が予測されるかを示す。

【０１４２】

【表１４】

texCoord_pred_typeに対して許容可能な値

| texCoord_pred_type | 予測類型 |
|---|---|
| 00 | no prediction |
| 01 | forbidden |
| 10 | parallelogram prediction |
| 11 | reserved |

【０１４３】 【表１５】

texCoord_bindingとtexCoord_pred_typeの許容可能な結合

| texCoord_binding | texCoord_pred_type |
|---|---|
| not bound | not coded |
| bound per vertex | no prediction,parallelogram prediction |
| bound per corner | no prediction,tree prediction |

texCoord__nlambda：この2ビットの符号無し整数はテクスチャーを予測するために用いられる先祖の個数を示す。texCoord__nlambdaに対して許容可能な値は1、2、3である。表16はtexCoord__pred__typeの機能として許容＊可能な値を示す。

【０１４４】

【表１６】

texCoord_predictionの機能としてtexCoord_nlambdaに対する許容可能な値

| texCoord_pred_type | texCoord_nlambda |
|---|---|
| no prediction | not coded |
| tree prediction | 1,2,3 |
| parallelogram prediction | 3 |

texCoord__lambda：この符号無し整数は予測のための先祖に与えられる加重値を示す。このフィールドにおいて用いられるビット数はtexCoord__quant+3と同じである。

【０１４５】▲cgd__header

cgd__n__proj__surface__spheresは投射された表面球(Projected Surface Spheres)の個数である。典型的に、この個数は1と同一である。cgd__x__coord__center__pointは投射された表面球の中心点(典型的に、客体の重さ中心点)のx座標である。

【０１４６】cgd__y__coord__center__pointは投射された表面球の中心点のy座標である。cgd__z__coord__center__pointは投射された表面球の中心点のz座標である。cgd__normalized__screen__distance__factorは投射された表面球の半径と比較して仮想スクリーンがどこに位置するかを示す。投射された表面球の中心点と仮想スクリーンとの距離はcgd__radius/(cgd__normalized__screen__distance__factor+1)と同一である。cgd__radiusは各投射された表面球に対して記述されるが、cgd__normalized__screen__distance__factorは一度だけ記述される。

【０１４７】cgd__radiusは投射された表面球の半径である。cgd__min__proj__surfaceは対応する投射された表面球に関する最小の投射された表面値である。この値は度々cgd__proj__surface値のうち１つと同一である(しかし、必ずしもそういうことではない)。cgd__n__proj__pointsは投射された表面が伝送される投射された表面球上の点の個数である。他の全ての点に対し、投射された表面は線形補間により決定される。cgd__n__proj__pointsは典型的に最初の投射された表面球に対しては小さく(例えば、20)、さらに投射された表面球に対しては非常に小さい(例えば、3)。

【０１４８】cgd__sphere__point__coordは8面体内の点の位置に対するインデックスである。cgd__proj__surfaceはcgd__sphere__point__coordにより記述された点内の投射された表面である。

▲vertex graph

vg__simple：このブール値は現在の頂点グラフがsimpleなのか否かを指定する。simple vertex graphは如何なるループも含まない。このフィールドは算術符号化される。

【０１４９】vg__last：このブールフラグは現在のランが現在の分岐頂点から始める最後のランなのか否かを示す。このフィールドは各分岐頂点の最初のラン、即ちskip__last変数が真(true)の時には符号化されない。現在の頂点ランに対してvg__lastの値が符号化されない場合には偽(false)であると見なされる。このフィールドは算術符号化される。

【０１５０】vg__forward__run：このブールフラグは現在のランが新たなランなのか否かを示す。もし、それが新たなランでなければ、それはグラフ内のループを示す予め訪問された(traversed)ランでなければならない。このフィールドは算術符号化される。

vg__loop__index：この符号無し整数は現在のループが連結されたランに対するインデックスを示す。その単一(unary)の表現は算術符号化される。もし、変数openloopsがvg__loop__indexと同一であれば、その単一の表現から後続する'1'は取除かれる。

【０１５１】

【表１７】

51 52

| vg_loop_index | 単一の表現 |
|---|---|
| 0 | 1 |
| 1 | 01 |
| 2 | 001 |
| 3 | 0001 |
| 4 | 00001 |
| 5 | 000001 |
| 6 | 0000001 |
| ... | |
| openloop-1 | openloop-1個の0に続いて1が従う |

vq__run__length：この符号無し整数は現在の頂点ランの長さを示す。その単一の表現は算術符号化される。

【０１５２】

【表１８】

| vg_run_length | 単一の表現 |
|---|---|
| 1 | 1 |
| 2 | 01 |
| 3 | 001 |
| 4 | 0001 |
| 5 | 00001 |
| 6 | 000001 |
| 7 | 0000001 |
| 8 | 00000001 |
| n | n-1個の0に続いて1が従う |

vq__leaf：このブールフラグは現在のランの最後の頂点がリーフ頂点なのか否かを示す。もし、それがリーフ頂点でなければ、それは分岐頂点である。このフィールドは算術符号化される。

【０１５３】vq__loop：このブールフラグは現在のランのリーフがループを示し、そのグラフの分岐頂点に連結されたのか否かを示す。このフィールドは算術符号化される。

▲triangle__tree

branch__position：この整数の変数は三角形ツリーにおいて最後のブランチ位置を貯蔵するために使われる。

【０１５４】tt__run__length：この符号無し整数は現在の三角形ランの長さを示す。その単一の表現は算術符号化される。

【０１５５】

【表１９】

| vg_run_length | 単一の表現 |
|---|---|
| 1 | 1 |
| 2 | 01 |
| 3 | 001 |
| 4 | 0001 |
| 5 | 00001 |
| 6 | 000001 |
| 7 | 0000001 |
| 8 | 00000001 |
| n | n-1個の0に続いて1が従う |

tt__leaf：このブールフラグは現在のランの最後の三角形がリーフ三角形なのか否かを示す。もし、それがリーフ三角形でなければ、それは分岐三角形である。このフィールドは算術符号化される。

【０１５６】triangulated：このブール値は現在の連結成分が三角形のみを含むか否かを示す。このフィールドは算術符号化される。

marching__triangle：このブール値は三角形ツリーにおける三角形の位置により決定される。三角形がリーフまたはブランチならmarching__triangle=0で、そうでなければmarching__triangle=1である。

【０１５７】marching__pattern：このブールフラグは三角形ランの内部のエッジのマーチ(marching)パターンを示す。0は左からの進行(march)を示し、1は右からの進行を示す。このフィールドは算術符号化される。

polygon__edge：このブールフラグは現在の三角形のベースが3次元メッシュ客体の再生時保たれるべきエッジなのか否かを示す。もし、現在の三角形のベースが保たれないと、それは捨てられる。このフィールドは算術符号化される。

【０１５８】codap__branch__len：この符号無し整数はパーティションで再生されるべき分岐三角形のY-頂点インデックス値を計算するために分岐三角形の一方のブランチに存する従属ツリーの総大きさを示す。この値の長さは境界ループテーブルの大きさ値をログスケールした値である。

▲triangle

td__orientation：この一つのビットフラグは復号化器

にブランチにおけるtt/td対の訪問順序を知らせる。このフィールドは算術符号化される。

＊【０１５９】
＊ 【表２０】

| td_orientation | 訪問順序 |
|---|---|
| 0 | 右ブランチから |
| 1 | 左ブランチから |

visited：この変数は現在の頂点が訪問されたか否かを示す。

※【０１６０】
※ 【表２１】

visited に対する値

| visited | 意味 |
|---|---|
| 0 | 訪問されない |
| 1 | 現在のパーティションで訪問 |
| 2 | 以前のパーティションで訪問 |

no_ancestors：このブール変数は現在の頂点の予測のために用いられる先祖がない時真となる。

coord_bit：このブール値は幾何情報ビットの値を示す。このフィールドは算術符号化される。

【０１６１】coord_leading_bit：このブール値はリーディング幾何情報ビットの値を示す。このフィールドは算術符号化される。

coord_sign_bit：このブール値は幾何情報サンプルの符号を示す。このフィールドは算術符号化される。

coord_trailing_bit：このブール値はトレーリング幾何情報ビットの値を示す。このフィールドは算術符号化される。

【０１６２】normal_bit：このブール値はノーマルビットの値を示す。このフィールドは算術符号化される。

normal_leading_bit：このブール値はリーディングノーマルビットの値を示す。このフィールドは算術符号化される。

normal_sign_bit：このブール値はノーマルサンプルの符号を示す。このフィールドは算術符号化される。

【０１６３】normal_trailing_bit：このブール値はトレーリングノーマルビットの値を示す。このフィールドは算術符号化される。

color_bit：このブール値は色相ビットの値を示す。このフィールドは算術符号化される。

color_leading_bit：このブール値はリーディング色相ビットの値を示す。このフィールドは算術符号化される。

【０１６４】color_sign_bit：このブール値は色相サ★ンプルの符号を示す。このフィールドは算術符号化される。

color_trailing_bit：このブール値はトレーリング色相ビットの値を示す。このフィールドは算術符号化される。

texCoord_bit：このブール値はテクスチャービットの値を示す。このフィールドは算術符号化される。

【０１６５】texCoord_leading_bit：このブール値はリーディングテクスチャービットの値を示す。このフィールドは算術符号化される。

texCoord_sign_bit：このブール値はテクスチャーサンプルの符号を示す。このフィールドは算術符号化される。

texCoord_trailing_bit：このブール値はトレーリングテクスチャービットの値を示す。このフィールドは算術符号化される。

【０１６６】▲3DMeshObject_Refinement_Layer

3D_MORL_start_code：これは同期の目的として用いられる長さ16ビットの唯一のコードである。このコードの値は常に'0000 0000 0011 0010'である。

morl_id：この8ビットの符号無し整数はフォレスト（forest）分割成分に対する唯一の識別子である。

【０１６７】connectivity_update：この2バイトの変数はフォレスト分割動作がメッシュの連結情報の精錬の結果なのか否かを示す。

【０１６８】
【表２２】

| connectivity_update | 意味 |
|---|---|
| 00 | not updated |
| 01 | fs updated |
| 10 | reserved |
| 11 | reserved |

pre_smoothing：このブール値は現在のフォレスト分割動作が総体的に頂点位置を予測するための事前平滑化段階(pre-smoothing step)を使用するか否かを示す。

【０１６９】post_smoothing：このブール値は現在のフォレスト分割動作が量子化加工物を除去するための事後平滑化段階(post-smoothing step)を使用するか否か

を示す。

stuffing__bit：このブール値は常に真である。

other__update：このブール値は頂点座標に対する更新とフォレストの如何なるツリーにも伴わないフェースとコーナーに関連した特徴に対する更新がビットストリームに従うか否かを示す。

【０１７０】▲pre__smoothing parameters

pre__smoothing__n：この整数値は事前平滑化フィルター(pre-smoothing filter)の反復回数を示す。

pre__smoothing__lambda：この浮動小数点値は事前平滑化フィルターの最初の媒介変数である。

【０１７１】pre__smoothing__mu：この浮動小数点値は事前平滑化フィルターの第2媒介変数である。

▲post__smoothing parameters

post__smoothing__n：この整数値は事後平滑化フィルター(post-smoothing filter)の反復回数を示す。

【０１７２】post__smoothing__lambda：この浮動小数点値は事後平滑化フィルターの最初の媒介変数である。

post__smoothing__mu：この浮動小数点値は事後平滑化フィルターの第2媒介変数である。

▲fs__pre__update

pfs__forest__edge：このブール値はエッジが今まで作られたフォレストに追加されるべきであることを示す。

【０１７３】▲smoothing__constraints

smooth__with__sharp__edges：このブール値はデータが平滑化不連続エッジ(smoothing discontinuity edges)を表示するビットストリームに含まれたか否かを示す。もし、smooth__with__sharp__edges==0なら、何れのエッジも平滑化不連続エッジとして表示されていない。もし、平滑化不連続エッジが表示されていれば、事前平滑化フィルター及び事後平滑化フィルターはこれらを考慮する。

【０１７４】smooth__with__fixed__vertices：このブール値は平滑化過程中、動かないデータがビットストリームに含まれたか否かを示す。もし、smooth__with__fixed__vertices==0なら、全ての頂点を動かすことが許容される。もし、固定された頂点が表示されていると、事前平滑化フィルター及び事後平滑化フィルターはこれらを考慮する。

【０１７５】smooth__sharp__edge：このブール値は対応するエッジが平滑化不連続エッジで表示されているか否かを示す。

smooth__fixed__vertex：このブール値は対応する頂点が固定された頂点なのか否かを示す。

【０１７６】

【発明の効果】本発明によれば、伝送中にエラーが発生してもエラーが発生した部分のみ再伝送することによってネットワークの負担と伝送時間を縮め、伝送された一部の連結情報、幾何情報そして特性情報を用いて三次元メッシュを漸進的に復元しうる。



【図面の簡単な説明】

【図１】図1(Ａ)乃至図1(Ｆ)は三角形メッシュの一例に対する頂点スパニンググラフと三角形スパニンググラフの生成方法を示す図面である。

【図２】図2(Ａ)乃至図2(Ｄ)は位相幾何学的サーザリ技術の適用例を示す図面である。

【図３】ループを有する頂点スパニンググラフの一例を示す図面である。

【図４】位相幾何学的サーザリにおけるバウンディングループを構成する方法を示す図面である。

【図５】図5(Ａ)及び図5(Ｂ)は各々多角形メッシュとそのデュアルグラフの例を示す図面である。

【図６】既存の三次元メッシュ情報の符号化方式を概念的に示す図面である。

【図７】階層的三次元メッシュ情報の表現を概念的に示す図面である。

【図８】図8(Ａ)及び図8(Ｂ)は各々三次元メッシュ情報(MO)及び基本メッシュ情報(MOBL)を例示した図面である。

【図９】三角形ツリー/三角形データ対とバウンディングループインデックスとの関係を概念的に示す図面である。

【図１０】図10(Ａ)乃至図10(Ｃ)は方向性情報を活用したコーディングを概念的に示す図面である。

【図１１】図11(Ａ)及び図11(Ｂ)は方向性情報の有無に応じる符号化順序を比較した図面である。

【図１２】図12(Ａ)乃至図12(Ｉ)は固定構造分割方法を示す図面である。

【図１３】図13(Ａ)及び図13(Ｂ)はデータ分割を概念的に示す図面である。

【図１４】図14(Ａ)乃至図14(Ｄ)は可変構造分割方法を示す図面である。

【図１５】図15(Ａ)乃至図15(Ｄ)は可変構造分割方法による分割を例示した図面である。

【図１６】メインブランチにおけるデータ分割を例示した図面である。

【図１７】三角形ツリーの平均ビット発生量を用いたデータ分割方法を示す図面である。

【図１８】図18(Ａ)乃至図18(Ｃ)は仮想連結成分の構成方法を示す図面である。

【図１９】多角形メッシュの三角形メッシュ化を例示した図面である。

【図２０】図20(Ａ)乃至図20(Ｅ)は多角形メッシュにおける分割と関連文法構成を例示した図面である。

【図２１】バウンディングループのインデクシング方法とそれに係るパーティションのヘッダ情報をコーディングする方法を例示した図面である。

【図２２】バウンディングループを含むデータ分割を示す図面である。

【図２３】図23(Ａ)及び図23(Ｂ)はバウンディングルー

ブインデックス定義方法を例示した図面である。

【図２４】図24(Ａ)乃至図24(Ｅ)は幾何情報の符号化方法を示す図面である。

【図２５】図25(Ａ)及び図25(Ｂ)は幾何情報、色相情報、法線情報、テクスチャー座標情報に対する文法構成を示す図面である。

【図２６】幾何情報のコーディング方法を概念的に示す図面である。

【図２７】3次元メッシュに対する圧縮されたビットストリームの構成を示す図面である。

【図２８】3次元メッシュがエラー回復的なモードで符号化された場合の連結成分データブロックを示す図面である。

【図２９】図28の連結成分データブロック内のレコードの構成を示す図面である。

【図３０】三角形データの整列を示す図面である。

【図３１】三角形データの構成を示す図面である。

【図３２】符号化文法の一例を示す図面である。

【図３３】符号化文法の一例を示す図面である。

【図３４】符号化文法の一例を示す図面である。

【図３５】符号化文法の一例を示す図面である。

【図３６】符号化文法の一例を示す図面である。

【図３７】符号化文法の一例を示す図面である。

【図３８】符号化文法の一例を示す図面である。

【図３９】符号化文法の一例を示す図面である。

【図４０】符号化文法の一例を示す図面である。

【図４１】符号化文法の一例を示す図面である。

【図４２】符号化文法の一例を示す図面である。

【図４３】符号化文法の一例を示す図面である。



＊【図４４】符号化文法の一例を示す図面である。

【図４５】符号化文法の一例を示す図面である。

【図４６】符号化文法の一例を示す図面である。

【図４７】符号化文法の一例を示す図面である。

【図４８】符号化文法の一例を示す図面である。

【図４９】符号化文法の一例を示す図面である。

【図５０】符号化文法の一例を示す図面である。

【図５１】符号化文法の一例を示す図面である。

【図５２】符号化文法の一例を示す図面である。

【図５３】符号化文法の一例を示す図面である。

【図５４】符号化文法の一例を示す図面である。

【図５５】符号化文法の一例を示す図面である。

【図５６】符号化文法の一例を示す図面である。

【図５７】符号化文法の一例を示す図面である。

【図５８】符号化文法の一例を示す図面である。

【図５９】符号化文法の一例を示す図面である。

【図６０】符号化文法の一例を示す図面である。

【図６１】符号化文法の一例を示す図面である。

【図６２】符号化文法の一例を示す図面である。

【図６３】符号化文法の一例を示す図面である。

【図６４】符号化文法の一例を示す図面である。

【図６５】符号化文法の一例を示す図面である。

【図６６】符号化文法の一例を示す図面である。

【図６７】符号化文法の一例を示す図面である。

【図６８】符号化文法の一例を示す図面である。

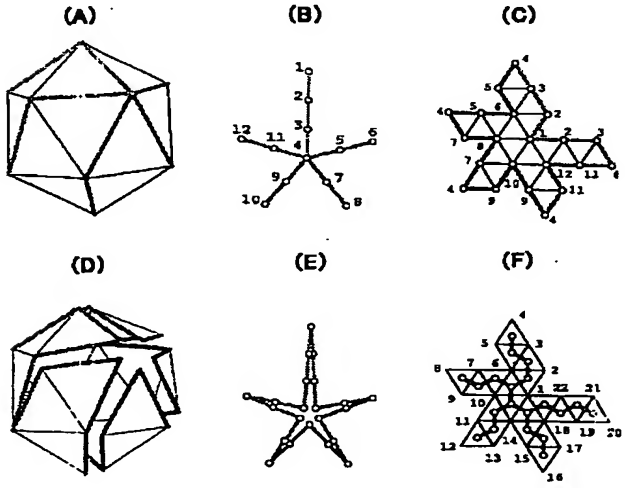
【図６９】符号化文法の一例を示す図面である。

【図７０】符号化文法の一例を示す図面である。

【図７１】符号化文法の一例を示す図面である。

【図７２】符号化文法の一例を示す図面である。

【図１】

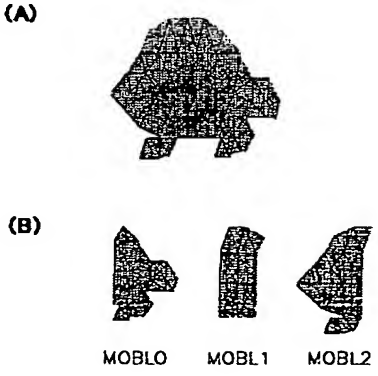



【図３】

【図２２】

| L | R | tt | td |
|---|---|---|---|

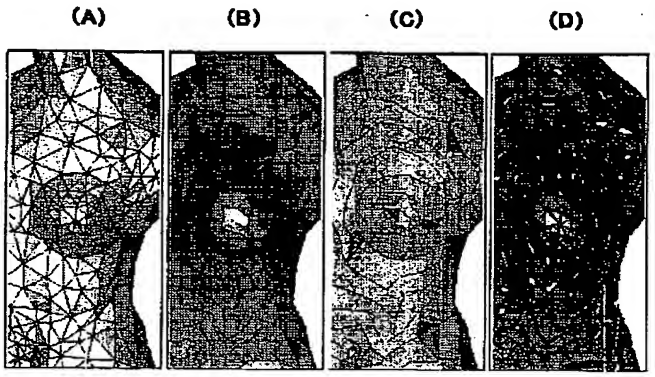
【図８】



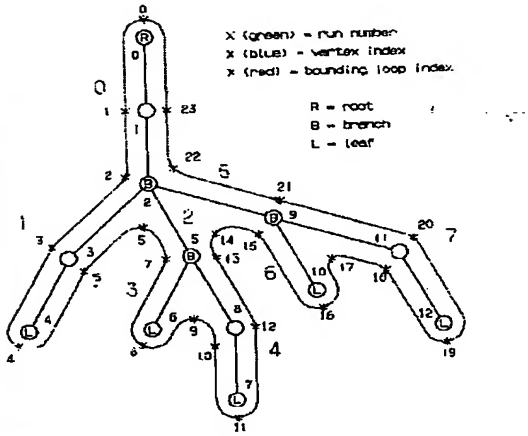

【図２７】

| 3D Mesh Header | CC Data #1 | ... | CC Data #nCC |
|---|---|---|---|

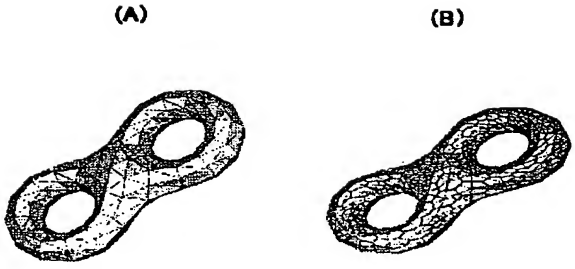
【図２】



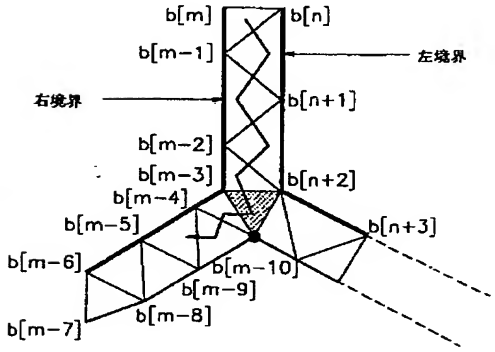

【図４】




【図５】

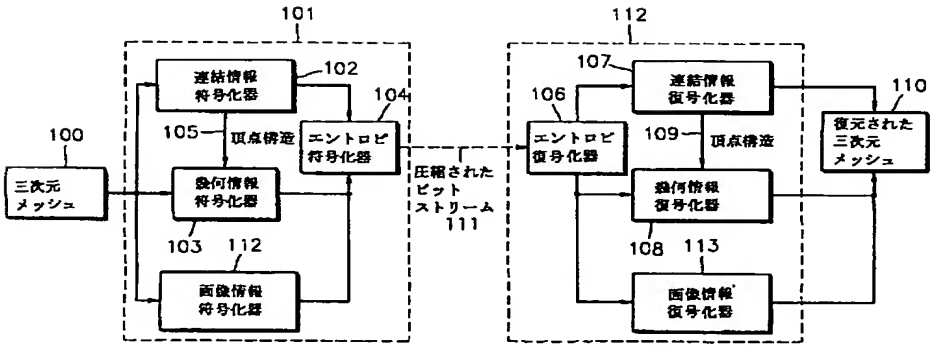



【図９】




【図６】

【図２８】

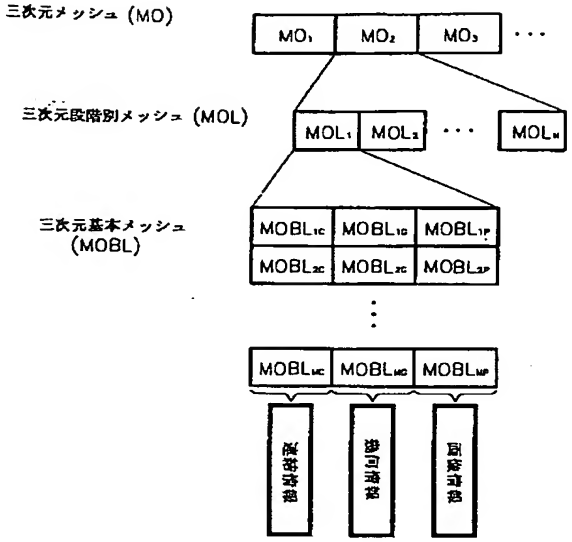



【図２９】

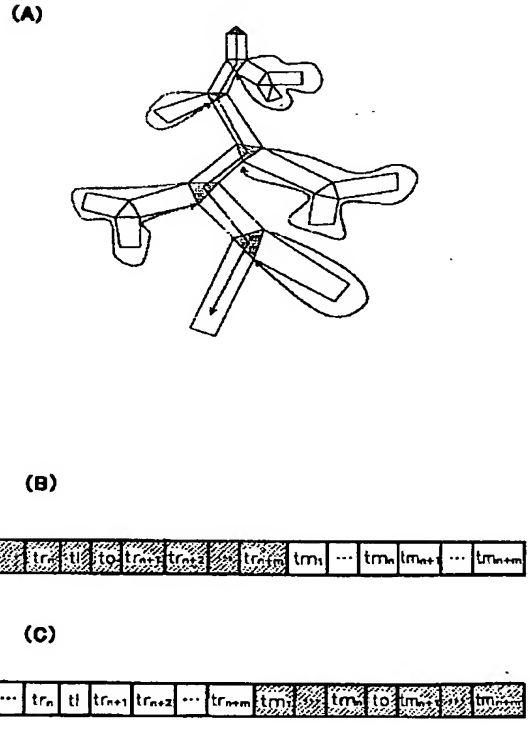
| パーティション#1 | パーティション#2 | … | パーティション#nPT |
|---|---|---|---|

| 頂点グラフ | 三角形ツリー | 三角形データ |
|---|---|---|

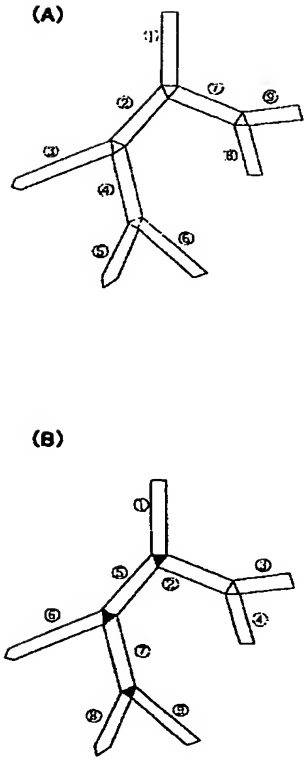
【図７】



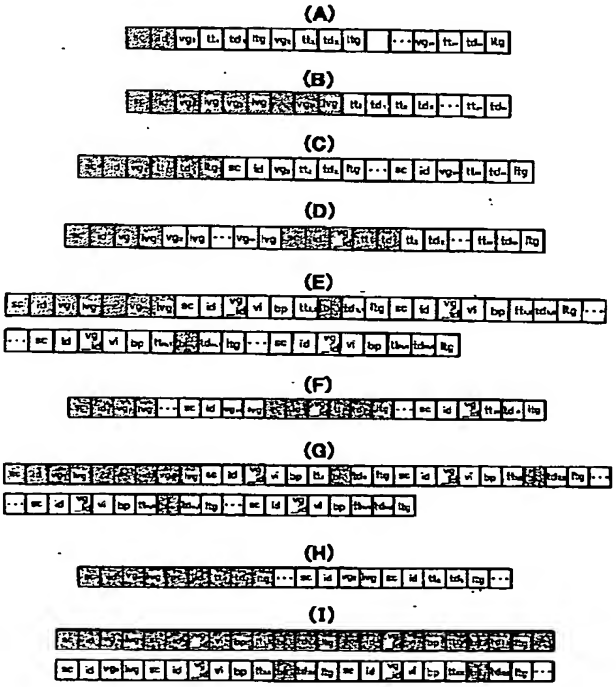

【図１０】



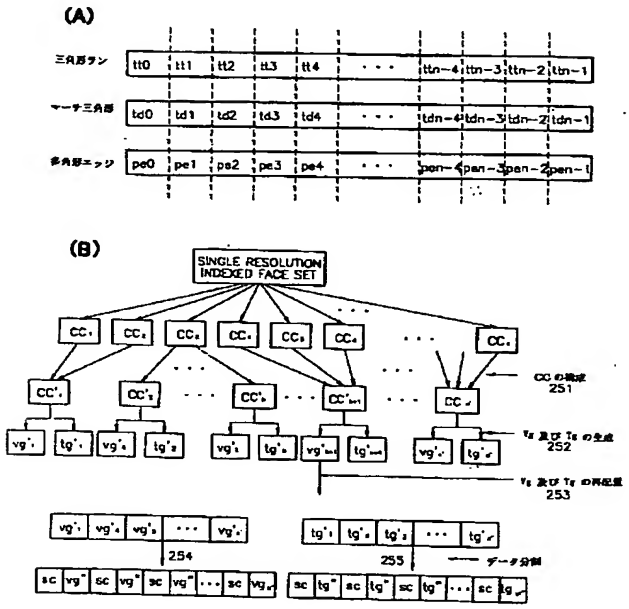

【図１１】



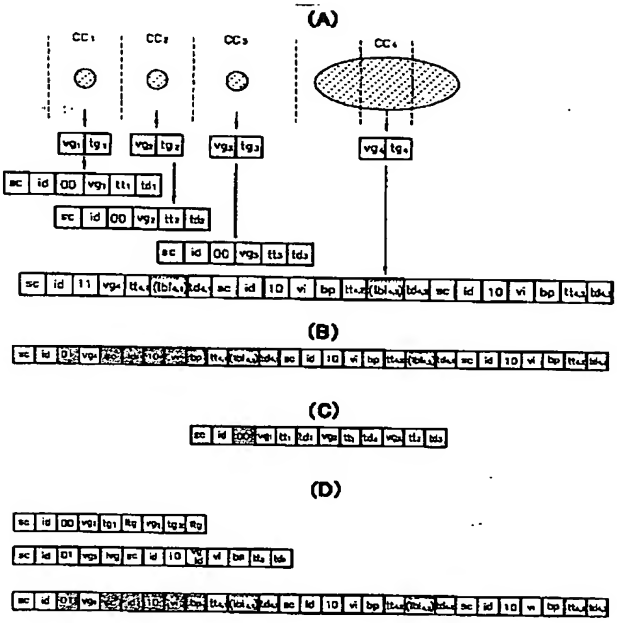

【図１２】



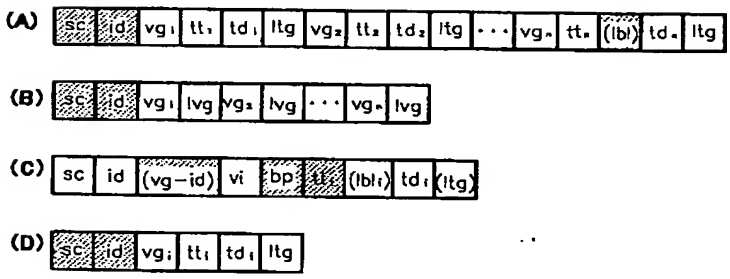
【図１３】



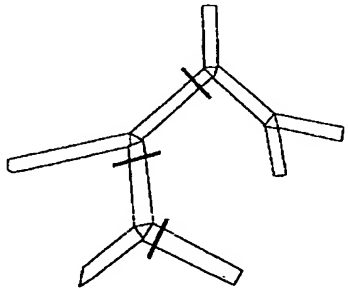

【図１５】



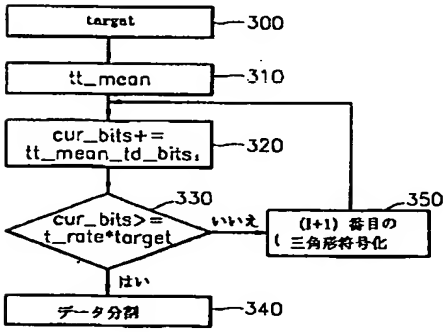

【図１４】



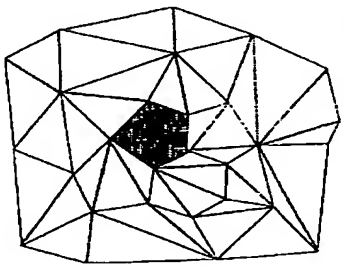

【図１６】



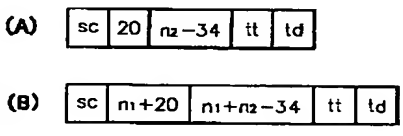
【図１７】




【図１９】



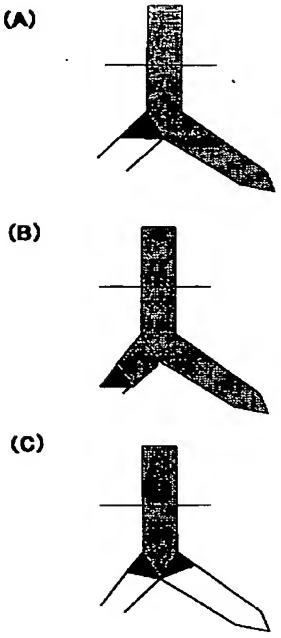
【図２３】



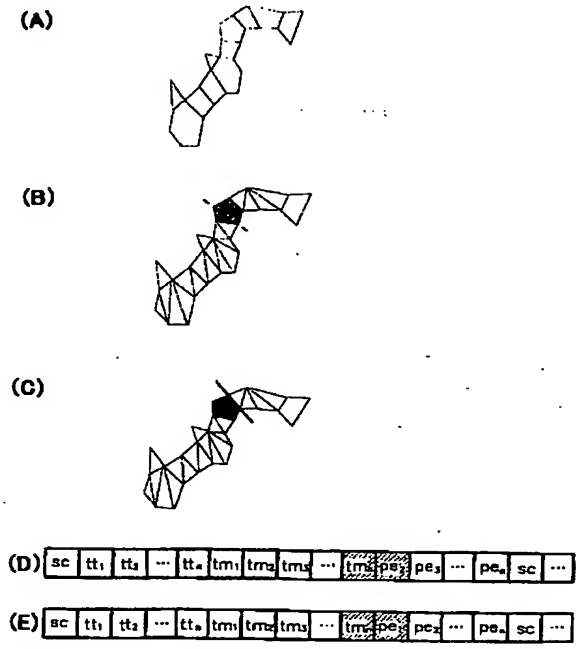

【図３０】

| 三角形＃１に対するデータ | 三角形＃２に対するデータ | … | 三角形＃ｎＴに対するデータ |
|---|---|---|---|

【図１８】



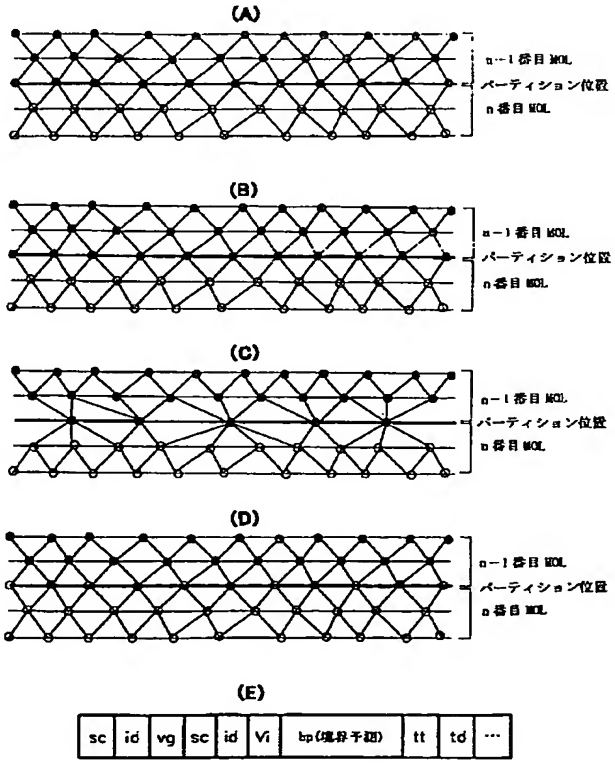

【図２０】



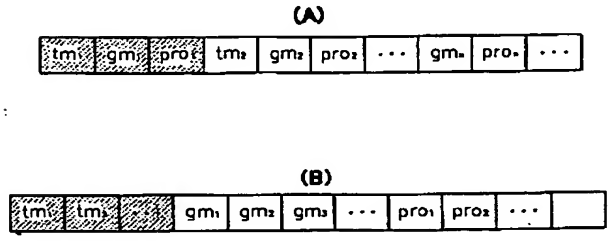

【図２１】

| | |
|---|---|
| bnd[0][0] | bnd[0] |
| bnd[0][1] | bnd[1] |
| bnd[0][2] | bnd[2] |
| ・・・ | ・・・ |
| bnd[0][$n_1-1$] | bnd[$n_1-1$] |
| bnd[1][0] | bnd[$n_1$] |
| bnd[1][1] | bnd[$n_1+1$] |
| ・・・ | ・・・ |
| bnd[0][$n_2-1$] | bnd[$n_1+n_2-1$] |
| bnd[2][0] | bnd[$n_1+n_2$] |
| bnd[2][1] | bnd[$n_1+n_2+1$] |
| bnd[2][2] | bnd[$n_1+n_2+2$] |
| ・・・ | ・・・ |
| bnd[0][$n_3-1$] | bnd[$n_1+n_2+n_3-1$] |
| ・・・ | ・・・ |
| bnd[$m-1$][$n_m-1$] | bnd[$n_1+n_2+n_3+\ldots+n_m-1$] |

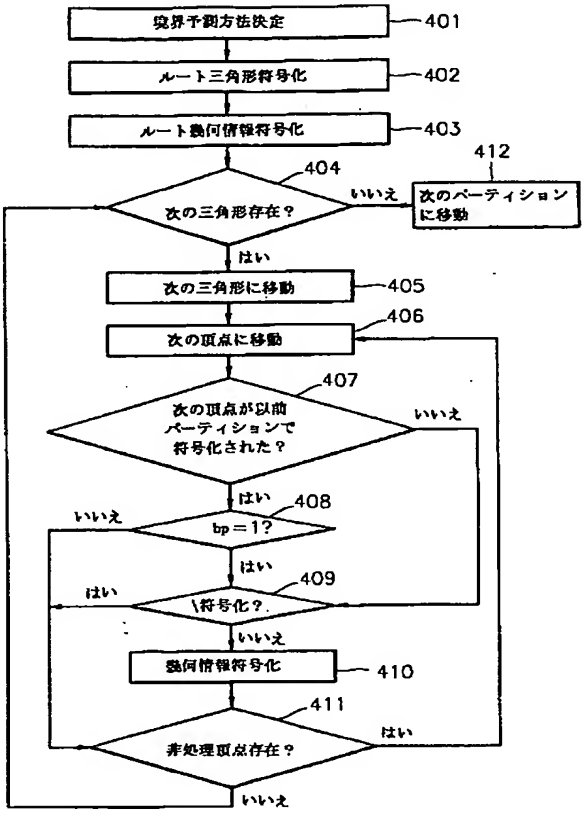
【図２４】



【図２５】




【図２６】




【図３１】

| marching pattern | td_orientation | polygon_edge | coord | Normal | color | texCoord |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | |

【図４４】

1.2.1.14 triangle_data

| triangle_data() { | No. of bits | Mnemonic |
|---|---|---|
| cpl_decode(triangulated, triangulated_context) | | vlclbf |
| depth=0 | | |
| root_triangle() | | |
| for (i=1; i<nbtriangles; i++) | | |
| triangle() | | |
| } | | |

【図３３】

1.2.1.3 3D_Mesh_Object_Layer

| 3D_Mesh_Object_Layer () { | No. of bits | Mnemonic |
|---|---|---|
| 3D_MOL_start_code | 16 | uimsbf |
| mol_id | 8 | uimsbf |
| if (cpl_data == '1') { | | |
| cpl_n_vertices | 24 | uimsbf |
| cpl_n_triangles | 24 | uimsbf |
| cpl_n_edges | 24 | uimsbf |
| } | | |
| if (mol_id == 0) | | |
| 3DMeshObject_Base_Layer() | | |
| Else | | |
| 3DMeshObject_Refinement_Layer() | | |
| } | | |

【図３５】

1.2.1.9 coord_header

| coord_header() { | No. of bits | Mnemonic |
|---|---|---|
| coord_blending | 2 | uimsbf |
| coord_bbox | 1 | bslbf |
| if (coord_bbox == '1') { | | |
| coord_xmin | 32 | bslbf |
| coord_ymin | 32 | bslbf |
| coord_zmin | 32 | bslbf |
| coord_size | 32 | bslbf |
| } | | |
| coord_qsize | 5 | uimsbf |
| coord_pred_type | 2 | uimsbf |
| if ( coord_pred_type=="mv_prediction" \|\| coord_pred_type=="parallelogram_prediction") { | | |
| coord_nbambda | 2 | uimsbf |
| for (i=1; i<coord_nbambda; i++) | | |
| coord_lambda | 4-34 | uimsbf |
| } | | |
| } | | |

【図５５】

| mol_coord_samples(){ | No. of bits | Mnemonic |
|---|---|---|
| for (i=0; i<3; i++) | | |
| for (j=0; j<coord_qsize; j++) | | |
| cpl_decode(coord_bit, zero_context) | | vlclbf |
| } | | |

【図３２】

1.2 Visual bitstream syntax

1.2.1 2D Mesh Object

1.2.1.1 3D_Mesh_Object

| 3D_Mesh_Object () { | No. of bits | Mnemonic |
|---|---|---|
| 2D_MO_start_code | 16 | uimsbf |
| 3D_Mesh_Object_Header() | | |
| do { | | |
| 3D_Mesh_Object_Layer() | | |
| } while (nextbits_bytealigned() == 2D_MOL_start_code) | | |
| } | | |

1.2.1.2 3D_Mesh_Object_Header

| 3D_Mesh_Object_Header() { | No. of bits | Mnemonic |
|---|---|---|
| Ccw | 1 | bslbf |
| Convex | 1 | bslbf |
| Solid | 1 | bslbf |
| CreaseAngle | 6 | uimsbf |
| coord_header() | | |
| normal_header() | | |
| color_header() | | |
| texCoord_header() | | |
| cpd_data | 1 | bslbf |
| if (cpd_data == '1') | | |
| cpd_header() | | |
| } | | |

【図３４】

1.2.1.4 3D_Mesh_Object_Base_Layer

| 3DMeshObject_Base_Layer() | No. of bits | Mnemonic |
|---|---|---|
| do { | | |
| 2D_MBSL_start_code | 16 | uimsbf |
| model_id | 8 | uimsbf |
| while (!bytealigned()) | | |
| zero_bit | 1 | bslbf |
| ql_start() | | |
| if (3D_MOSL_start_code == "partition_type_0") { | | |
| do { | | |
| connected_component() | | |
| ql_decode(last_component, last_component_context) | | vlclbf |
| } while (last_component == '0') | | |
| } | | |
| else if (3D_MOSL_start_code == "partition_type_1") { | | |
| vq_number=0 | | |
| do { | | |
| vertex_graph() | | |
| vq_number++ | | |
| ql_decode(codap_last_vq, codap_last_vq_context) | | vlclbf |
| } while (codap_last_vq == '0') | | |
| } | | |
| else if (3D_MOSL_start_code == "partition_type_2") { | | |
| if(vq_number > 1) | | |
| ql_decode(codap_vq_id, codap_vq_id_context) | | vlclbf |
| ql_decode( codap_left_bloop_idx, codap_left_bloop_idx_context) | | vlclbf |
| ql_decode( codap_right_bloop_idx, codap_right_bloop_idx_context) | | vlclbf |
| ql_decode( codap_bdry_pred, codap_bdry_pred_context) | | vlclbf |
| triangle_tree() | | |
| triangle_data() | | |
| } | | |
| } while (nextbits_bytealigned() == 3D_MOSL_start_code) | | |
| } | | |

【図３６】

1.2.1.6 normal_header

| normal_header() { | No. of bits | Mnemonic |
|---|---|---|
| normal_binding | 2 | uimsbf |
| if (normal_binding != "not_bound") { | | |
| normal_bbox | 1 | bslbf |
| normal_quant | 5 | uimsbf |
| normal_pred_type | 2 | uimsbf |
| if ( normal_pred_type=="triangle_prediction"\|\| normal_pred_type=="parallelogram_prediction") { | | |
| normal_nlambda | 2 | uimsbf |
| for (i=1; i<normal_nlambda; i++) | | |
| normal_lambda | 4-38 | uimsbf |
| } | | |
| } | | |
| } | | |

【図３７】

1.2.1.7 color_header

| color_header() { | No. of bits | Mnemonic |
|---|---|---|
| color_binding | 2 | uimsbf |
| if (color_binding != "not_bound") { | | |
| color_bbox | 1 | bslbf |
| if (color_bbox == "1") { | | |
| color_rmin | 32 | bslbf |
| color_gmin | 32 | bslbf |
| color_bmin | 32 | bslbf |
| color_size | 32 | bslbf |
| } | | |
| color_quant | 5 | uimsbf |
| color_pred_type | 2 | uimsbf |
| if ( color_pred_type=="triangle_prediction" \|\| color_pred_type=="parallelogram_prediction") { | | |
| color_nlambda | 2 | uimsbf |
| for (i=1; i<color_nlambda; i++) | | |
| color_lambda | 4-38 | uimsbf |
| } | | |
| } | | |
| } | | |

【図４０】

1.2.1.10 connected_component

| connected_component() { | No. of bits | Mnemonic |
|---|---|---|
| vertex_graph() | | |
| ql_decode(nex_stitches, nex_stitches_context) | | vlclbf |
| if (nex_stitches == '1') | | |
| stitches() | | |
| triangle_tree() | | |
| triangle_data() | | |
| } | | |

【図３８】

1.2.1.8 texCoord_header

| texCoord_header() { | No. of bits | Mnemonic |
|---|---|---|
| texCoord_binding | 2 | uimsbf |
| if (texCoord_binding != "not_bound") { | | |
| texCoord_bbox | 1 | bslbf |
| if (texCoord_bbox == '1') { | | |
| texCoord_umin | 32 | bslbf |
| texCoord_vmin | 32 | bslbf |
| texCoord_size | 32 | bslbf |
| } | | |
| texCoord_quant | 5 | uimsbf |
| texCoord_pred_type | 2 | uimsbf |
| if ( texCoord_pred_type=="linear_prediction" \|\| texCoord_pred_type=="parallelogram_prediction") { | | |
| texCoord_nlambda | 2 | uimsbf |
| for (i=1; i<=texCoord_nlambda; i++) | | |
| texCoord_lambda | 4-35 | simsbf |
| } | | |
| } | | |
| } | | |

【図３９】

1.2.1.9 cpd_header

| cpd_header() { | No. of bits | Mnemonic |
|---|---|---|
| cpd_n_proj_surface_spheres | 4 | uimsbf |
| if (cpd_ n_proj_surface_spheres != 0) { | | |
| cpd_x_coord_center_point | 32 | ieeefl |
| cpd_y_coord_center_point | 32 | ieeefl |
| cpd_z_coord_center_point | 32 | ieeefl |
| cpd_normalized_screen_distance_factor | 6 | uimsbf |
| for (i=0; i<cpd_n_proj_surface_spheres; i++) { | | |
| cpd_radius | 32 | ieeefl |
| cpd_min_proj_surface | 32 | ieeefl |
| cpd_n_proj_points | 8 | uimsbf |
| for (j=0; j<cpd_n_proj_points; j++) { | | |
| cpd_sphere_point_coord | 11 | uimsbf |
| cpd_proj_surface | 32 | ieeefl |
| } | | |
| } | | |
| } | | |
| } | | |

【図４１】

1.2.1.11 vertex_graph

| vertex_graph() { | No. of bits | Mnemonic |
|---|---|---|
| cf_decode(vq_simple, vq_simple_context) | | vlclbf |
| depth = 0 | | |
| code_last = '1' | | |
| openloops = 0 | | |
| do { | | |
| do { | | |
| if (code_last == '1') { | | |
| cf_decode(vq_last, vq_last_context) | | vlclbf |
| if (openloops > 0) { | | |
| cf_decode(vq_forward_run, vq_forward_run_context) | | vlclbf |
| if (vq_forward_run == '0') { | | |
| openloops-- | | |
| if (openloops > 0) | | |
| cf_decode( vq_loop_index, vq_loop_index_context) | | vlclbf |
| break | | |
| } | | |
| } | | |
| } | | |
| cf_decode(vq_run_length, vq_run_length_context) | | vlclbf |
| cf_decode(vq_last, vq_last_context) | | vlclbf |
| if (vq_last == '1' && vq_simple == '0') { | | |
| cf_decode(vq_loop, vq_loop_context) | | vlclbf |
| if (vq_loop == '1') | | |
| openloops++ | | |
| } | | |
| } while (0) | | |
| if (vq_last == '1' && vq_last == '1' && code_last == '1') | | |
| depth-- | | |
| if (vq_last == '0' && (vq_last == '0' \|\| code_last == '0')) | | |
| depth++ | | |
| code_last = vq_last | | |
| } while (depth >= 0) | | |
| } | | |

【図４２】

1.2.1.13 stitchstrip

| stitchstrip() { | No. of bits | Mnemonic |
|---|---|---|
| for each vertex in connected_component{ | | |
| cf_decode(stitch_cond, stitch_cond_context) | | vlclbf |
| if (stitch_cond) { | | |
| cf_decode(stitch_pop_or_get, stitch_pop_or_get_context) | | vlclbf |
| if (stitch_pop_or_get == '1') { | | |
| cf_decode( stitch_pop, stitch_pop_context) | | vlclbf |
| cf_decode( stitch_stitch_stack_index, stitch_stitch_stack_index_context) | | vlclbf |
| cf_decode( stitch_incr_length, stitch_incr_length_context) | | vlclbf |
| if (stitch_incr_length != 0) | | |
| cf_decode(stitch_incr_length_sign, stitch_incr_length_sign_context) | | vlclbf |
| cf_decode( stitch_push, stitch_push_context) | | vlclbf |
| if (total length >0) | | |
| cf_decode(stitch_reverse, stitch_reverse_context) | | vlclbf |
| } | | |
| Else | | |
| cf_decode(stitch_length, stitch_length_context) | | vlclbf |
| } | | |
| } | | |
| } | | |

【図４３】

1.3.1.13 triangle_tree

| triangle_tree() { | No. of bits | Mnemonic |
|---|---|---|
| depth = 0 | | |
| ntriangles = 0 | | |
| branch_position = 0 | | |
| do { | | |
| cf_decode(tt_run_length, tt_run_length_context) | | vlclbf |
| ntriangles += tt_run_length | | |
| cf_decode(tt_leaf, tt_leaf_context) | | vlclbf |
| if (tt_leaf == '1') { | | |
| depth-- | | |
| } | | |
| else { | | |
| branch_position = ntriangles | | |
| depth++ | | |
| } | | |
| } while (depth >= 0) | | |
| if (SD_MODEL_start_code == "partition_type_3") | | |
| if (codap_right_bloop_bits – codap_left_bloop_bits – 1 > ntriangles) { | | |
| if (branch_position == ntriangles – 2) { | | |
| cf_decode(codap_branch_len, codap_branch_len_context) | | vlclbf |
| ntriangles -= 2 | | |
| } | | |
| Else | | |
| ntriangles-- | | |
| } | | |
| } | | |

【図４５】

1.3.1.15 root_triangle

| root_triangle() { | No. of bits | Mnemonic |
|---|---|---|
| if (searching_triangle) | | |
| cf_decode( searching_pattern, searching_pattern_context[searching_pattern]) | | vlclbf |
| else { | | |
| if(SD_MODEL_start_code="partition_type_3") | | |
| if (tt_leaf == '0' && depth==0) | | |
| cf_decode(tt_orientation, tt_orientation_context) | | vlclbf |
| if (tt_leaf == '0') | | |
| depth++ | | |
| Else | | |
| depth-- | | |
| } | | |
| if(SD_MODEL_start_code="partition_type_3") | | |
| if (triangleUsed == '0') | | |
| cf_decode( polygon_edge, polygon_edge_context[polygon_edge]) | | vlclbf |
| root_coord() | | |
| root_normal() | | |
| root_color() | | |
| root_texCoord() | | |
| } | | |

【図４６】

| root_coord() { | No. of bits | Mnemonic |
|---|---|---|
| if (SD_MODEL_start_code == "partition_type_3") { | | |
| if(visited[vertex_index]==0){ | | |
| root_coord_sample() | | |
| if(visited[vertex_index]==0){ | | |
| coord_sample() | | |
| coord_sample() | | |
| } | | |
| } | | |
| } | | |
| else { | | |
| root_coord_sample() | | |
| coord_sample() | | |
| coord_sample() | | |
| } | | |
| } | | |

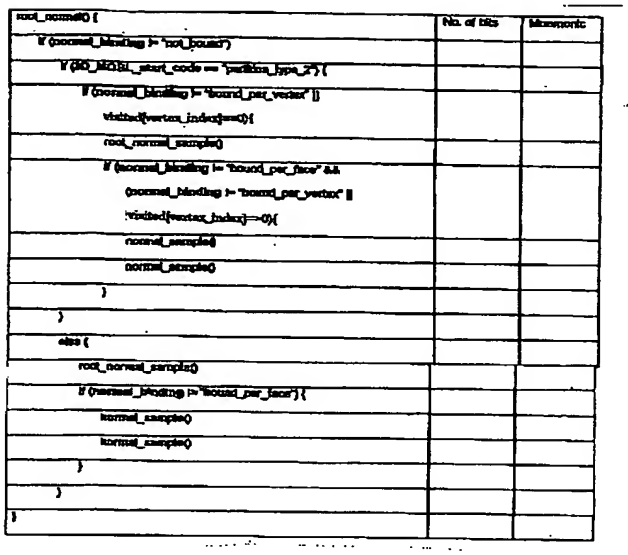
【図４８】

| root_color() { | No. of bits | Mnemonic |
|---|---|---|
| if (color_binding != "not_bound") | | |
| if (SD_MODEL_start_code == "partition_type_3") { | | |
| if (color_binding != "bound_per_vertex" \|\| visited[vertex_index]==0){ | | |
| root_color_sample() | | |
| if (color_binding != "bound_per_face" && (color_binding != "bound_per_vertex" \|\| visited[vertex_index]==0){ | | |
| color_sample() | | |
| color_sample() | | |
| } | | |
| } | | |
| else { | | |
| root_color_sample() | | |
| if (color_binding != "bound_per_face") { | | |
| color_sample() | | |
| color_sample() | | |
| } | | |
| } | | |
| } | | |

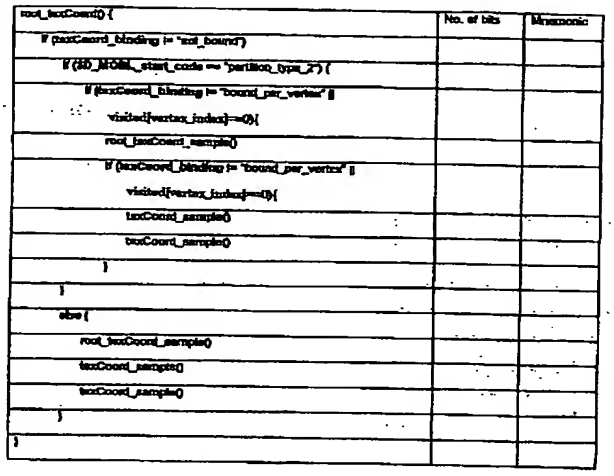
【図５１】

| coord() { | No. of bits | Mnemonic |
|---|---|---|
| if (SD_MODEL_start_code == "partition_type_3") { | | |
| if visited[vertex_index]==0) | | |
| if (no_ancestors) | | |
| root_coord_sample() | | |
| Else | | |
| coord_sample() | | |
| } | | |
| else { | | |
| if visited[vertex_index]==0) | | |
| coord_sample() | | |
| } | | |
| } | | |

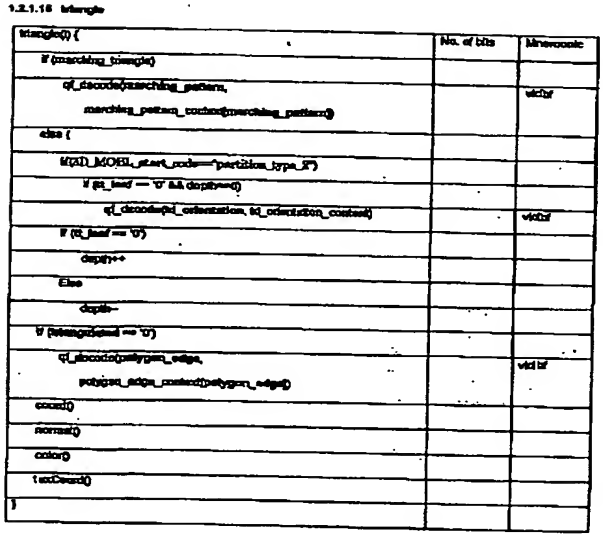
【図４７】



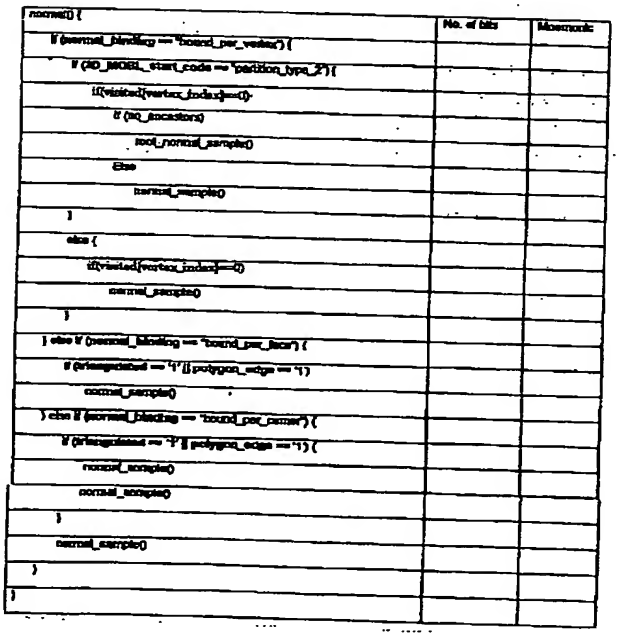
【図４９】



【図５０】



【図５２】



【図５３】

| color() { | No. of bits | Mnemonic |
|---|---|---|
| if (color_binding == "bound_per_vertex") { | | |
| if (3D_MODEL_start_code == "partition_type_2") { | | |
| if(visited[vertex_index]==0) | | |
| if (no_ancestors) | | |
| root_color_samples() | | |
| Else | | |
| color_samples() | | |
| } | | |
| else { | | |
| if(visited[vertex_index]==0) | | |
| color_samples() | | |
| } | | |
| } else if (color_binding == "bound_per_face") { | | |
| if (triangulated == '1' \|\| polygon_edge == '1') | | |
| color_samples() | | |
| } else if (color_binding == "bound_per_corner") { | | |
| if (triangulated == '1' \|\| polygon_edge == '1') { | | |
| color_samples() | | |
| color_samples() | | |
| } | | |
| color_samples() | | |
| } | | |
| } | | |

【図５４】

| texCoord() { | No. of bits | Mnemonic |
|---|---|---|
| if (texCoord_binding == "bound_per_vertex") { | | |
| if (3D_MODEL_start_code == "partition_type_2") { | | |
| if(visited[vertex_index]==0) | | |
| if (no_ancestors) | | |
| root_texCoord_samples() | | |
| Else | | |
| texCoord_samples() | | |
| } | | |
| else { | | |
| if(visited[vertex_index]==0) | | |
| texCoord_samples() | | |
| } | | |
| } else if (texCoord_binding == "bound_per_corner") { | | |
| if (triangulated == '1' \|\| polygon_edge == '1') { | | |
| texCoord_samples() | | |
| texCoord_samples() | | |
| } | | |
| texCoord_samples() | | |
| } | | |
| } | | |

【図５６】

| root_normal_samples(){ | No. of bits | Mnemonic |
|---|---|---|
| for (i=0; i<1; i++) | | |
| for (j=0; j<=normal_quant; j++) | | |
| ql_decode(normal_bit, zero_context) | | vlclbf |
| } | | |

| root_color_samples(){ | No. of bits | Mnemonic |
|---|---|---|
| for (i=0; i<3; i++) | | |
| for (j=0; j<color_quant; j++) | | |
| ql_decode(color_bit, zero_context) | | vlclbf |
| } | | |

| root_texCoord_samples(){ | No. of bits | Mnemonic |
|---|---|---|
| for (i=0; i<2; i++) | | |
| for (j=0; j<texCoord_quant; j++) | | |
| ql_decode(texCoord_bit, zero_context) | | vlclbf |
| } | | |

【図５７】

| coord_samples() { | No. of bits | Mnemonic |
|---|---|---|
| for (i=0; i<3; i++) { | | |
| j=0 | | |
| do { | | |
| ql_decode(coord_leading_bit, coord_leading_bit_context[i*j+j]) | | vlclbf |
| j++ | | |
| } while (j<=coord_quant && coord_leading_bit == '0') | | |
| if (coord_leading_bit == '1') { | | |
| ql_decode(coord_align_bit, zero_context) | | vlclbf |
| do { | | |
| ql_decode(coord_trailing_bit, zero_context) | | vlclbf |
| } while (j<=coord_quant) | | |
| } | | |
| } | | |
| } | | |

【図６２】

1.2.1.17.1 pre_smoothing_parameters

| pre_smoothing_parameters() { | No. of bits | Mnemonic |
|---|---|---|
| pre_smoothing_a | 8 | uimsbf |
| pre_smoothing_lambda | 32 | ieeefl |
| pre_smoothing_mu | 32 | ieeefl |
| } | | |

1.2.1.17.2 post_smoothing_parameters

| post_smoothing_parameters() { | No. of bits | Mnemonic |
|---|---|---|
| post_smoothing_a | 8 | uimsbf |
| post_smoothing_lambda | 32 | ieeefl |
| post_smoothing_mu | 32 | ieeefl |
| } | | |

【図５８】

| normal_sample() { | No. of bits | Mnemonic |
|---|---|---|
| for (j=0; j<3; j++) { | | |
| j=0 | | |
| do { | | |
| cj(_decode(normal_leading_bit, normal_leading_bit_context[j]) | | vlclbf |
| j++ | | |
| } while (j<=normal_quant && normal_leading_bit == '0') | | |
| if (normal_leading_bit == '1') { | | |
| cj(_decode(normal_sign_bit, zero_context) | | vlclbf |
| do { | | |
| cj(_decode(normal_trailing_bit, zero_context) | | vlclbf |
| } while (j<normal_quant) | | |
| } | | |
| } | | |
| } | | |

【図５９】

| color_sample() { | No. of bits | Mnemonic |
|---|---|---|
| for (j=0; j<3; j++) { | | |
| j=0 | | |
| do { | | |
| cj(_decode(color_leading_bit, color_leading_bit_context[3*j+i]) | | vlclbf |
| j++ | | |
| } while (j<=color_quant && color_leading_bit == '0') | | |
| if (color_leading_bit == '1') { | | |
| cj(_decode(color_sign_bit, zero_context) | | vlclbf |
| do { | | |
| cj(_decode(color_trailing_bit, zero_context) | | vlclbf |
| } while (j<color_quant) | | |
| } | | |
| } | | |
| } | | |

【図６０】

| texCoord_sample() { | No. of bits | Mnemonic |
|---|---|---|
| for (j=0; j<2; j++) { | | |
| j=0 | | |
| do { | | |
| cj(_decode(texCoord_leading_bit, texCoord_leading_bit_context[2*j+i]) | | vlclbf |
| j++ | | |
| } while (j<texCoord_quant && texCoord_leading_bit == '0') | | |
| if (texCoord_leading_bit == '1') { | | |
| cj(_decode(texCoord_sign_bit, zero_context) | | vlclbf |
| do { | | |
| cj(_decode(texCoord_trailing_bit, zero_context) | | vlclbf |
| } while (j<texCoord_quant) | | |
| } | | |
| } | | |
| } | | |

【図６１】

1.2.1.17 3DMeshObject_Refinement_Layer

| 3DMeshObject_Refinement_Layer () { | No. of bits | Mnemonic |
|---|---|---|
| do { | | |
| 3D_MODEL_start_code | 16 | uimsbf |
| mesh_id | 8 | uimsbf |
| connectivity_update | 2 | uimsbf |
| pre_smoothing | 1 | bslbf |
| if(pre_smoothing == '1') | | |
| pre_smoothing_parameters() | | |
| post_smoothing | 1 | bslbf |
| if(post_smoothing == '1') | | |
| post_smoothing_parameters() | | |
| while (!bytealigned()) | | |
| one_bit | 1 | bslbf |
| cj(_start() | | |
| if(connectivity_update == "fs_update") | | |
| fs_pre_update() | | |
| if(pre_smoothing == '1' \|\| post_smoothing == '1') | | |
| smoothing_constraints() | | |
| /* apply pre smoothing step */ | | |
| if(connectivity_update == "fs_update") | | |
| fs_post_update() | | |
| if(connectivity_update != "not_updated") | | |
| cj(_decode(other_update, zero_context) | | vlclbf |
| if(connectivity_update=="not_updated" \|\| other_update == '1') | | |
| other_property_update() | | |
| /* apply post smoothing step */ | | |
| } while (nextBits_bytealigned() == 3D_MODEL_start_code) | | |
| } | | |

【図６８】

| loop_texCoord_update () { | No. of bits | Mnemonic |
|---|---|---|
| if (texCoord_binding == "bound_per_vertex") { | | |
| for each tree loop vertex | | |
| texCoord_sample() | | |
| } | | |
| else if (texCoord_binding == "bound_per_corner") { | | |
| for each tree loop corner | | |
| texCoord_sample() | | |
| } | | |
| } | | |

【図６３】

1.2.1.17.3 fit_pre_update

| fit_pre_update() { | No. of bits | Mnemonic |
|---|---|---|
| for each connected component { | | |
| forest() | | |
| for each tree in forest { | | |
| triangle_tree() | | |
| /* for each tree loop vertex set visited[vertex_index]='1'*/ | | |
| triangle_data() | | |
| } | | |
| } | | |
| } | | |

| forest () { | | |
|---|---|---|
| for each edge in connected component | | |
| if (creates no loop in forest) | | |
| ctl_decode(pfit_forest_edge, pfit_forest_edge_context) | | vlclbf |
| } | | |

【図６４】

1.2.1.17.4 smoothing_constraints

| smoothing_constraints() { | No. of bits | Mnemonic |
|---|---|---|
| ctl_decode(smooth_with_sharp_edges, zero_context) | | vlclbf |
| if (smooth_with_sharp_edges == '1') | | |
| sharp_edge_marks() | | |
| ctl_decode(smooth_with_fixed_vertices, zero_context) | | vlclbf |
| if (smooth_with_fixed_vertices == '1') | | |
| fixed_vertex_marks() | | |
| } | | |

| sharp_edge_marks () { | | |
|---|---|---|
| for each edge | | |
| ctl_decode( smooth_sharp_edge, smooth_sharp_edge_context) | | vlclbf |
| } | | |

| fixed_vertex_marks () { | | |
|---|---|---|
| for each vertex | | |
| ctl_decode( smooth_fixed_vertex, smooth_fixed_vertex_context) | | vlclbf |
| } | | |

【図６５】

1.2.1.17.5 fit_post_update

| fit_post_update() { | No. of bits | Mnemonic |
|---|---|---|
| for each connected component { | | |
| for each tree in forest | | |
| tree_loop_property_update() | | |
| } | | |

【図６６】

| tree_loop_property_update () { | No. of bits | Mnemonic |
|---|---|---|
| loop_coord_update() | | |
| loop_normal_update() | | |
| loop_color_update() | | |
| loop_texCoord_update() | | |
| } | | |

| loop_coord_update () { | No. of bits | Mnemonic |
|---|---|---|
| for each tree loop vertex | | |
| coord_sample() | | |
| } | | |

| loop_normal_update () { | No. of bits | Mnemonic |
|---|---|---|
| if (normal_binding == "bound_per_vertex") { | | |
| for each tree loop vertex | | |
| normal_sample() | | |
| } | | |
| else if (normal_binding == "bound_per_face") { | | |
| for each tree loop face | | |
| normal_sample() | | |
| } | | |
| else if (normal_binding == "bound_per_corner") { | | |
| for each tree loop corner | | |
| normal_sample() | | |
| } | | |
| } | | |

【図６７】

【図６９】

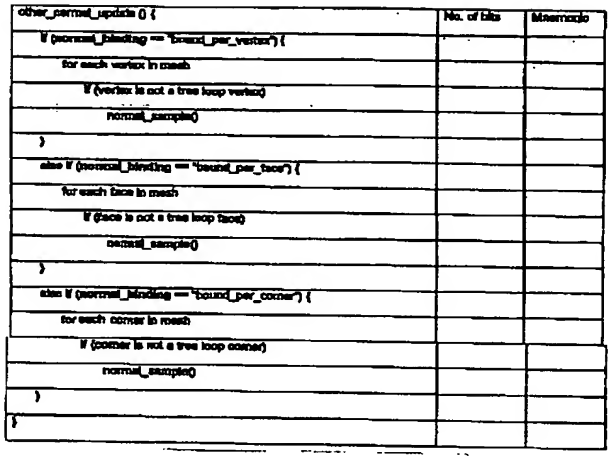
1.2.1.17.6 other_property_update

| other_property_update() { | No. of bits | Mnemonic |
|---|---|---|
| other_coord_update() | | |
| other_normal_update() | | |
| other_color_update() | | |
| other_texCoord_update() | | |
| } | | |

| other_coord_update () { | No. of bits | Mnemonic |
|---|---|---|
| for each vertex in mesh | | |
| if (vertex is not a tree loop vertex) | | |
| coord_sample() | | |
| } | | |

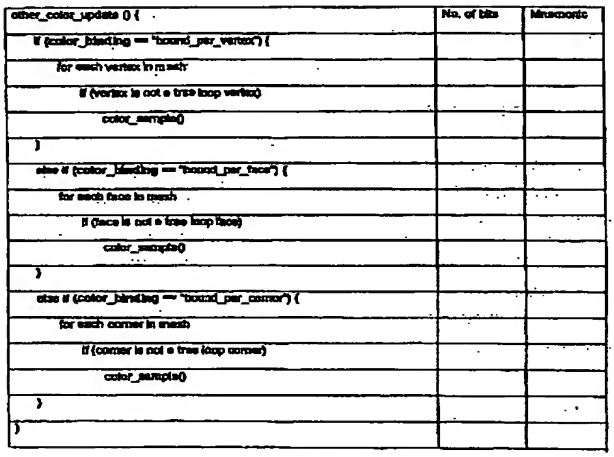
| loop_color_update () { | No. of bits | Mnemonic |
|---|---|---|
| if (color_binding == "bound_per_vertex") { | | |
| for each tree loop vertex | | |
| color_sample() | | |
| } | | |
| else if (color_binding == "bound_per_face") { | | |
| for each tree loop face | | |
| color_sample() | | |
| } | | |
| else if (color_binding == "bound_per_corner") { | | |
| for each tree loop corner | | |
| color_sample() | | |
| } | | |
| } | | |

【図７０】



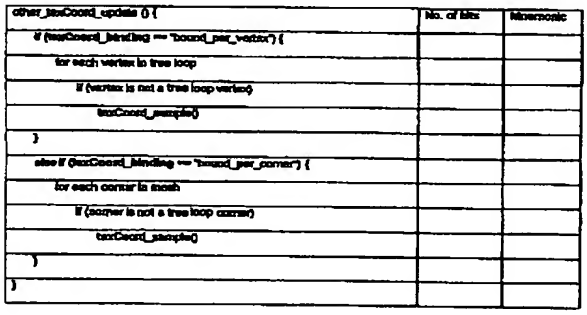
| other_normal_update () { | No. of bits | Mnemonic |
|---|---|---|
| if (normal_binding == "bound_per_vertex") { | | |
| for each vertex in mesh | | |
| if (vertex is not a tree loop vertex) | | |
| normal_sample() | | |
| } | | |
| else if (normal_binding == "bound_per_face") { | | |
| for each face in mesh | | |
| if (face is not a tree loop face) | | |
| normal_sample() | | |
| } | | |
| else if (normal_binding == "bound_per_corner") { | | |
| for each corner in mesh | | |
| if (corner is not a tree loop corner) | | |
| normal_sample() | | |
| } | | |
| } | | |

【図７１】



| other_color_update () { | No. of bits | Mnemonic |
|---|---|---|
| if (color_binding == "bound_per_vertex") { | | |
| for each vertex in mesh | | |
| if (vertex is not a tree loop vertex) | | |
| color_sample() | | |
| } | | |
| else if (color_binding == "bound_per_face") { | | |
| for each face in mesh | | |
| if (face is not a tree loop face) | | |
| color_sample() | | |
| } | | |
| else if (color_binding == "bound_per_corner") { | | |
| for each corner in mesh | | |
| if (corner is not a tree loop corner) | | |
| color_sample() | | |
| } | | |
| } | | |

【図７２】



| other_texCoord_update () { | No. of bits | Mnemonic |
|---|---|---|
| if (texCoord_binding == "bound_per_vertex") { | | |
| for each vertex in tree loop | | |
| if (vertex is not a tree loop vertex) | | |
| texCoord_sample() | | |
| } | | |
| else if (texCoord_binding == "bound_per_corner") { | | |
| for each corner in mesh | | |
| if (corner is not a tree loop corner) | | |
| texCoord_sample() | | |
| } | | |
| } | | |

フロントページの続き

(72)発明者 張 義善
大韓民国京畿道水原市八達区盤通洞シンナムシル963－２番地 双龍アパート542棟904号
(72)発明者 韓 万鎮
大韓民国ソウル特別市瑞草区瑞草洞1619－６番地
(72)発明者 鄭 錫潤
大韓民国ソウル特別市瑞草区蚕院洞52－２番地 新盤浦13次アパート328棟601号
(72)発明者 徐 亮錫
大韓民国ソウル特別市松坡区風納洞219番地 美星アパート３棟501号